



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ESTUDIO DE LA DIFUSIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO
Y MERCURIO, EN SUELO UTILIZADO COMO PISCINA DE
RELAVERAS DEL SECTOR DEL ESTADIO MUNICIPAL Y ESCUELA
FEDERICO FROEBEL DEL CANTÓN PORTOVELO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTOR: ERIKA MARIBEL CARRIÓN JARAMILLO

DIRECTOR: ING. AUGUSTO POLIBIO MARTÍNEZ VEGA

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ESTUDIO DE LA DIFUSIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR
PLOMO Y MERCURIO, EN SUELO UTILIZADO COMO PISCINA
DE RELAVERAS DEL SECTOR DEL ESTADIO MUNICIPAL Y
ESCUELA FEDERICO FROEBEL DEL CANTÓN PORTOVELO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

AUTOR: ERIKA MARIBEL CARRIÓN JARAMILLO

DIRECTOR: ING. AUGUSTO POLIBIO MARTÍNEZ VEGA, MGS

CUENCA - ECUADOR

2022

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Erika Maribel Carrión Jaramillo portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0707004859. Declaro ser el autor de la obra: "Estudio de la difusión de la contaminación por Plomo y Mercurio, en suelo utilizado como piscina de relaveras del sector del estadio municipal y escuela Federico Froebel del cantón Portovelo.", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 04 de febrero de 2022



F:
Erika Maribel Carrión Jaramillo
0707004859

CERTIFICADO.

Certifico que el presente trabajo fue desarrollo por Erika Maribel Carrión Jaramillo, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Augusto Polibio Martínez Vega', written over a horizontal line.

Ing. Augusto Polibio Martínez Vega, Mgs.
Director

DEDICATORIA.

Este trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Mi madre Blanca por ser el motor que impulsa mi vida, ya que sin ella nada de esto hubiera sido posible.

A mi esposo y a mi hija por ser mi motor y soporte incondicional.

A mi tía Teresa por su compañía y apoyo en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS.

El estar culminando esta etapa de mi vida de estudiante y la realización de una tesis que conlleva la participación de muchas personas, ya que si no hubiese tenido el apoyo de las mismas, no podría llevar a término este trabajo, por esta razón aprovecho este espacio para dejar mi gratitud y agradecimiento con ellas.

Quiero agradecer a mi familia, quienes han sido mi fuente de energía constante y pilares fundamentales para llegar hasta aquí y culminar esta investigación en especial a mi madre Blanca por su amor, comprensión y palabras de aliento siempre lograron motivarme para dar mi mejor esfuerzo. A mi esposo Edwin por estar siempre apoyándome y a mi tutor de tesis Ing. Polibio Martínez Vega por su paciencia y ayuda en la realización de este trabajo de investigación.

Gracias a todos los profesores de la carrera de Ingeniería Ambiental por haber compartido sus conocimientos a lo largo de toda mi formación académica.

Finalmente, gracias a todas las personas especiales en mi vida como son mis amigos y compañeros por aportar su granito de arena para lograr una de mis metas.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de determinar los niveles de difusión de Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en los suelos antes utilizados como piscina de relavera minera, los sectores que enmarcan este estudio corresponden al estadio municipal, suelo de viviendas aledañas y escuela Federico Froebel del cantón Portovelo, provincia de El Oro.

El análisis y tratamiento de las muestras obtenidas en el sitio de estudio fue ejecutado por medio de los laboratorios ANAVANLAB El trabajo investigativo se fundamentó en la normativa vigente del COA y en el anexo 2 del TULSMA.

Los valores obtenidos mediante las pruebas de laboratorio, permitieron establecer que la concentración de Mercurio es >1 (mg/kg) que comparando con la norma es de 1 (mg/kg), por lo que no sobrepasa los límites establecidos; la mayor concentración del Plomo es 731.3 (mg/kg) y la menor es 446.7 (mg/kg) por lo que sobrepasa el límite máximo permisible que es 19 (mg/kg).

Se utilizó la ley de Fick para estudiar el comportamiento de difusión de los contaminantes, teniendo como resultado que el mercurio no se difundió, ya que tiende a dispersarse en las profundidades y el plomo tiende a bioacumularse lo que dificulta su movilización.

Palabras clave: Mercurio, Plomo, contaminación, difusión

ABSTRACT

The present investigation was developed to determine the levels of diffusion of Mercury (Hg) and Lead (Pb) in the soils previously used as a mining tailing pool, the sectors that frame this study correspond to the municipal stadium, the soil of nearby houses, and Federico Froebel school in Portovelo province of El Oro.

The analysis and treatment of the samples obtained at the study site were carried out by ANAVANLAB the research work was based on the current COA regulations and Annex 2 of the TULSMA.

The values obtained through laboratory tests allowed establishing that the concentration of Mercury is >1 (mg/kg), which compared to the standard is 1 (mg/kg), so it does not exceed the established limits; the highest concentration of Lead is 731.3 (mg/kg) and the lowest is 446.7 (mg/kg), so it exceeds the maximum permissible limit, which is 19 (mg/kg).

Fick's law was used to study the diffusion behavior of the contaminants, with the result that mercury did not diffuse since it tends to disperse at depth and lead tends to bioaccumulate, which makes its mobilization difficult.

Keywords: mercury, lead, contamination, diffusion

INDICE DE CONTENIDO.

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICADO	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
Lista de figuras	xi
Lista de tablas	xii
Lista de gráficos	xiii
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Formulación del problema.....	2
1.2 Delimitación del problema.....	3
1.3 Definición de la zona de estudio	2
1.4 Justificación	3
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo general.....	4
1.5.2 Objetivos específicos:	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Contaminante	5
2.2 El suelo.....	6
2.3 Contaminación del suelo.....	7
2.4 Caracterización del suelo.....	8
2.5 Difusión de contaminantes.....	9
2.6 Ley de Fick:	10
2.7 Minería	10
2.8 Desechos tóxicos de minería:	12
2.9 Relaves <i>mineros</i>	12
2.10 Piscinas o represas <i>de relave</i> :	13
2.11 Metales <i>pesados</i>	14
2.12 Mercurio.....	15

2.13 <i>Plomo</i>	15
2.14 Análisis legal	16
CAPÍTULO III	20
3. METODOLOGÍA	20
3.1 Ubicación geográfica del lugar de estudio.....	20
3.2 Descripción de zona de estudio:	21
3.2.1 Clima y meteorología	21
3.2.2 Temperatura	21
3.2.3 Humedad	21
3.2.4 Precipitación	21
3.3 Metodología aplicada:.....	21
3.2.1 Muestreo de suelo.....	21
3.2.2 Tipo de Muestreo de suelo ha utilizado en el estudio	22
3.2.3 Sistema de toma de muestras	22
3.2.4 Recorrido para realizar el muestreo	23
CAPITULO IV	26
4. RESULTADOS	26
4.1 DISCUSIÓN	38
CAPÍTULO V	41
5. CONCLUSIONES	41
CAPITULO VI	43
6. RECOMENDACIONES	41
Bibliografía:	42
ANEXOS:	48
Anexo 1. Fichas de muestreo de suelo	48
Anexo 2. Fotografías de toma de muestras	55
Anexo 3. Resultados de análisis de laboratorio	57

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Trayectoria de transporte de los plaguicidas en el medio ambiente	9
Figura 2: Ubicación geográfica del área de estudio del cantón Portovelo	18
Figura 3: Puntos de muestreo y recorrido para la toma de muestras.	22

LISTA DE TABLAS.

Tabla N°1 Tipos, movilidad y toxicidad de contaminantes más frecuentes en el suelo.	6
Tabla: N°2 Actividad económica y uso del suelo.....	8
Tabla N° 3 Fallas de presas de relaves por todo el mundo:.....	13
Tabla N°4 Materiales que se utilizaron para la obtención de muestras de suelo.....	20
Tabla N°5 Ubicación de los puntos de muestreo.....	21
Tabla N° 6. Criterios referenciales de calidad de suelo de acuerdo al TULSMA.....	23
Tabla N° 7. Variación de la concentración de mercurio y plomo.	24
Tabla N° 8. Variación de la concentración de mercurio y plomo.	26
Tabla N° 9. Variación de la concentración de mercurio y plomo	27
Tabla N° 10. Variación de la concentración de mercurio y plomo	28
Tabla N° 11. Comparación de resultados de concentración de plomo.....	37
Tabla N° 12. Comparación de resultados de concentración de mercurio.....	38

LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfico N°1. Niveles de concentración en el estadio municipal (Punto 1)	25
Gráfico N°2. Niveles de concentración en el estadio municipal (Punto 2)	28
Gráfico N°3. Niveles de concentración en el área de Vivienda (punto 3)	27
Gráfico N°4. Niveles de concentración en el área de la Escuela Federico Froebel(Punto4).....	28

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

La presencia de concentraciones nocivas de contaminantes como metales pesados en las superficies terrestres es lo que en la actualidad se denomina como degradación. La toxicidad de estos elementos o compuestos químicos sin algún control o medidas ambientales lícitas, contribuyen a una alta probabilidad de contaminación de suelos, exponiéndolos en muchas de las ocasiones a daños irreversibles (Cerdeña, 2014).

Esto es lo que sucede en un sector específico del cantón Portovelo en la Provincia de El Oro, por las actividades mineras que se han venido desarrollando desde aproximadamente el año 1890 por la compañía estadounidense SADCO, la cual extrajo una gran cantidad de material aurífero de la zona convirtiéndose en la primera empresa minera del país.

Al momento de procesar este material aurífero en sus plantas de procesamiento se producían residuos de arenas las cuales poseen gran cantidad de metales pesados como por ejemplo Mercurio y Plomo que eran utilizados para la amalgamación del oro, estos residuos fueron vertidos directamente en grandes piscinas de relaves sin ningún tipo de protección en el suelo; estas se ubicaban en lo que hoy es el Estadio Municipal, la escuela Federico Froebel y algunas viviendas.

Algunos de estos contaminantes como el Plomo que tiende a bioacumularse en el suelo por sus propiedades químicas y por el tipo de suelo presente en la zona, al contrario, ocurre con el Mercurio que puede volatizarse por las condiciones climáticas y las propiedades químicas del mismo.

La presencia de estos metales en el suelo en concentraciones elevadas puede presentar efectos negativos como perder sus características naturales físico químicas contaminando el mismo de una manera casi irreversible, ya que sería muy difícil que en estas zonas se lleve a cabo procesos de remediación de suelo mucho más si existe difusión de Mercurio o Plomo en este sector.

Es así, que este proyecto se enfoca en determinar si existe difusión de contaminantes como Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en el suelo mediante el conocimiento de la concentración de estos por una técnica de laboratorio. Consecuente a lo ya expresado, actualmente no se poseen cifras exactas de daños causados por la contaminación mediante metales pesados. No obstante, según (Bernal, 2013) las consecuencias al no tratamiento de estos metales pueden traer serias consecuencias para los ecosistemas y las poblaciones sometidas a sus efectos.

1.1 Formulación del problema

La acumulación de metales pesados en el suelo constituye uno de los problemas de contaminantes ambientales que existen de mayor importancia por lo que están sujetos a una mayor investigación y preocupación, esto se debe a su movilidad en el subsuelo y que, aunque los metales como este caso Mercurio y Plomo estén presente en bajas concentraciones puede existir la manifestación de efectos tóxicos en el suelo y la población aledaña al lugar de estudio.

La presencia en un alto porcentaje de metales pesados como: el Plomo y el Mercurio en el suelo provoca que existan cambios en las características físicas y químicas propias del mismo lo que conlleva a que con el tiempo las altas concentraciones de estos contaminantes puedan perjudicar de alguna manera a los habitantes de estas zonas.

Que exista una difusión de estos contaminantes en el suelo conllevaría un gran problema, ya que algunos metales tienen la capacidad potencial de migrar hacia la profundidad debido a la infiltración del agua, por lo que podría alcanzar el agua subterránea y contaminarle de una manera irreversible.

1.2 Delimitación del problema.

En el suelo los metales pesados como el Plomo (Pb) tiende a bioacumularse, por lo que no se transporta fácilmente a las capas inferiores del suelo, es decir permanece en las capas superiores; el traslado de este metal pesado a partir de partículas en la superficie terrestre a aguas subterráneas es irrealizable, aunque depende mucho de las particularidades físicas y químicas del suelo (Coyago E. , 2016).

Es así que, la presente investigación consiste identificar el horizonte de difusión de contaminantes como Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en el suelo del estadio municipal de la ciudad de Portovelo, parte de la escuela Federico Froebel y algunas viviendas colindantes a estos lugares, con aproximadamente un área de tres hectáreas, debido a que en años anteriores estos terrenos han sido utilizados como relaveras o piscinas de relaves y en la actualidad son espacios destinados a viviendas y lugares de recreación.

La variable única de observación estará constituida por la concentración de mercurio y plomo en el suelo, consecuente a ello, las muestras obtenidas se analizarán mediante un laboratorio certificado donde los valores derivados se presentarán como constancia del grado de concentración de Mercurio (Hg) y Plomo (Pb), en el sitio de estudio. Mediante la ley de Fick se conocerá el nivel de difusión de los mismos contaminantes.

1.3 Definición de la zona de estudio.

La ejecución de este trabajo investigativo realizado en la ciudad de Portovelo, Provincia de El Oro, el cual posee la superficie de 286,20 Km², situado en las derivaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, en la parte baja de la cordillera de Vizcaya y bañada por el Río Amarillo, está ubicado al sureste de la provincia, limitado al norte con el cantón Zaruma, sur y este con la provincia de Loja y oeste con el cantón Piñas (PDOTPortovelo, 2014).

La zona en la que se enfocó el estudio se encuentra ubicada específicamente en el sector del estadio Municipal del cantón y la escuela Federico Froebel junto con las casas colindantes al lugar; los cuales abarcan aproximadamente tres hectáreas de terreno, ya que estos lugares fueron los destinados a ser piscinas de relave de la empresa minera SADCO donde se vertieron todas las arenas residuales del procesamiento y amalgamación de oro.

1.4 Justificación.

Actualmente, el crecimiento de la población mundial se reproduce a pasos agigantados y con ello, una sociedad globalizada suscitándose el incremento de las necesidades del ser humano, entre las cuales se encuentra la de nuevos asentamientos para ser habitados, de igual manera como la de recuperar sitios que hayan sido afectados por la naturaleza o actividades humanas con el fin de que estos espacios recuperados sirvan para la creación de nuevas comunidades y sitios recreativos (Miranda, 2018).

Consecuentemente a lo ya expresado, la ejecución de este estudio, se justifica en que mediante la obtención de los valores de mercurio y plomo dispersos en la zona de estudio se podrá establecer si la estancia de estos metales pesados puede generar efectos negativos en el bienestar de los individuos que allí habitan.

El tener constancia de los niveles de mercurio y plomo que se sitúan en la zona de estudio, es relevante dado que, en la actualidad el área se encuentra poblada, es por ello, que este estudio servirá como referencia para la obtención de datos concretos sobre el nivel de estos contaminantes y poseer un criterio sustentado a base de los resultados obtenidos por medio de las pruebas de laboratorio, para este proceso se aplica la fórmula matemática de la Ley de Fick, con la que se conoció el nivel de difusión de dichos contaminantes.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo general.

Determinar el nivel de difusión de contaminación por Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en el suelo del Estadio Municipal, viviendas y escuela Federico Froebel del cantón Portovelo, mediante la ley de Fick y análisis de laboratorio.

1.5.2 Objetivos específicos:

1. Aplicar la metodología establecida en el TULSMA y en la guía de muestreo de suelo mediante visitas in situ para la toma de muestras de suelo.
2. Establecer los niveles de contaminación mediante las pruebas de suelo en laboratorio certificado para conocer la concentración de Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) presente en las muestras.
3. Analizar los resultados obtenidos mediante comparación con los límites permisibles y el cálculo teórico, para establecer el nivel de contaminación presente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Contaminante.

La contaminación en sí es un problema grave que ha tocado al mundo y viene arrastrándose hace décadas con la introducción del ser humano de sustancias químicas al medio ambiente, esta se presenta mediante múltiples maneras; la contaminación del aire, agua y tierra que no solo afecta a la naturaleza, sino también dando como resultado la exposición del ser humano a adquirir enfermedades graves que perjudiquen su salud (Caiza, 2018).

Por ejemplo, la contaminación principalmente por plomo que sufren las plantaciones de arroz en Indonesia debido al desecho de aguas residuales de las de alrededor de 500 empresas textiles que rodean al río Citarus (uno de los más contaminados del mundo) las cuales vierten más o menos 1300 litros promedio diario de todo tipo de colores y tintes, que se vierten directo al río sin ningún tratamiento el cual es utilizado para los sembríos de arroz, provocando enfermedades y muertes en la población especialmente infantil (Caiza, 2018).

Un contaminante se identifica como una sustancia o agente que se encuentra establecido en la superficie como resultado de las actividades humanas (Rodríguez Eugenio, et al 2019).

Basándose en lo expuesto por AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente) se menciona que “la contaminación es uno de los problemas más importantes del suelo”. Es así que la contaminación que sufre el suelo en específico, se encuentra conexas con el ingreso de sustancias consideradas negativas (Aldas, 2016).

En 2019, un Conjunto de Investigadores en Manejo y Recuperación de Suelos y Aguas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte ubicada en Ibarra – Ecuador, (Tello, 2015) en su módulo titulado Contaminación de los Suelos y Aguas Subterráneas enlistan los contaminantes, que aparecen con mayor frecuencia en los suelos contaminados, clasificándolos según sus propiedades más importantes: movilidad y toxicidad.

Tabla N°1 Tipos, movilidad y toxicidad de contaminantes más frecuentes en el suelo.

Contaminante	Toxicidad	Movilidad
Mercurio, cadmio (Hg, Cd)	2	3
Pb, As, Sb, Sn, Be, U, Th, Te, Ag	3	3

Fuente: Conde, Gabriel (2015). Contaminación de suelos y aguas subterráneas.

Existen una variedad de elementos químicos contaminantes que son introducidos en la naturaleza con el fin de acelerar y alterar el proceso natural de un producto en específico. Dicho esto, se define que un contaminante es todo producto o sustancia química que entra al medio ambiente en gran cantidad y provoca una alteración en su ecosistema, dando paso a un estado de enfermedad tanto en la naturaleza como en el ser humano principal consumidor de los recursos naturales (Miranda, 2018).

2.2 El suelo.

El suelo es uno de los componentes de la naturaleza más importantes debido al espacio o superficie física que sirve de soporte al ser humano, además de ser la principal fuente de vida para los árboles y plantas, ya que es de ahí de donde obtienen los minerales necesarios para su desarrollo los mismos que proporcionan alimentos a las personas (Miranda D. , 2018).

También se puede definir al suelo como “la capa superior de la corteza terrestre transformada por la erosión y por procesos físico-químicos y biológicos. Está compuesto de partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivientes organizados en horizontes genéticos de suelo” (Rodríguez, Michael, & Daniel, 2019).

El suelo es un cuerpo natural y dinámico que varía con el tiempo y el espacio, es el sustento de una gran diversidad de cuerpos, entre ellos la vegetación, características distinguidas, pues en ella recae la responsabilidad de las actividades agrícolas, origen de alimento para los seres vivos (Bautista Zúñiga, 1999).

Por otra parte, el suelo es considerado como aquel cuerpo de origen natural y variante que, a modo de epidermis, envuelve la superficie de la Tierra y compone uno de los recursos naturales más importantes, dado a la realización de múltiples ocupaciones a su cargo, entre las que destaca la producción de alimentos y, en general, su papel como sostén de vida en el mundo (Jiménez- Ballesta, 2017).

Como coinciden los autores antes mencionados, el suelo es un cuerpo natural y dinámico que tal como la piel del ser humano cumple con cubrir y proteger la tierra, pero

que con el transcurso va cambiando de acuerdo a todos los procesos físicos, químicos y biológicos que sufre naturalmente o por intervención del ser humano. Sin embargo, no deja de ser un recurso lleno de minerales, agua y material que representan recursos indispensables para la vida humana.

2.3 Contaminación del suelo.

La acumulación de contaminantes del suelo es una problemática latente y presente en la vida de todos los seres vivos, ya que al ser esta la principal fuente de sostén y vida tanto para la flora, fauna y los seres vivos debido a la producción de alimentos, afecta directamente la salud y bienestar de las personas.

La presencia de contaminantes en el suelo como un químico o una sustancia fuera de sitio y/o presente en una concentración más alta de lo normal que tiene efectos adversos sobre cualquier organismo al que no está destinado (Rodríguez, Michael, & Daniel, 2019).

Es importante conocer y entender que la polución es un tipo de contaminación grave, intensiva y dañina que se presenta principalmente en el agua y aire y puede ser producida principalmente por residuos de las industrias, los cuales son expuestos a la naturaleza, sin embargo, como ya se lo menciono también existe la polución del suelo. Mientras tanto la contaminación por materiales tóxicos en el suelo se debe a la introducción de una sustancia química que, si bien contamina por no ser propio de ese medio no quiere decir que cause daño extremo (Rodríguez, Michael, & Daniel, 2019).

La contaminación del suelo es el proceso que reside en la concentración de sustancias químicas nocivas para la para el bienestar y vida de los hábitats, incluido los seres vivos (Gladys Yaguana, Franklin Sánchez, 2019). La utilización de sustancias y plaguicidas dentro de la agricultura para contrarrestar la invasión y ataques de insectos a las plantaciones, afecta directamente al suelo y a su vez los cultivos.

Por otra parte, una superficie terrestre contaminada se conoce como aquellas particularidades físicas, químicas y orgánicas han sido transformadas por el aspecto de componentes químicos de considerados peligrosos, los cuales son generados por actividades antrópicas, la acumulación de sustancias tóxicas representa riesgo negativo para la salud del ser humano o medio ambiente (Sánchez, 2019).

La contaminación del suelo es una problemática grave que se sigue practicando consiente e inconscientemente por el ser humano. Según los autores analizados, no es

más que la concentración de sustancias químicas introducidas a un ecosistema específico que pueden transformar sus características químicas, físicas y biológicas, así como las de sus habitantes (plantas y árboles) los cuales representan una fuente alimenticia importante para los seres vivos (Mendoza & Espinoza, 2017).

2.4 Caracterización del suelo.

El suelo como ya se lo ha mencionado, es considerado una parte esencial de los ecosistemas terrestres dado que en él se conserva agua y otros elementos sustanciosos tanto para el ser humano, las plantas y otros organismos, por lo que es un recurso vital para el bienestar de los seres vivos (Silva,2013).

“El suelo se caracteriza por su estructura, color, consistencia, textura y presencia de raíces, rocas y carbonatos” estas propiedades existentes en los suelos hacen posible mediante el estudio y análisis realizado por los científicos interpretar en funcionamiento del ecosistema y, a su vez recomendar el uso adecuado de un suelo específico de acuerdo a sus características para que este tenga el mínimo impacto en el ecosistema y el medio ambiente (General et al., 2005).

Tabla: N°2 Actividad económica y uso del suelo del cantón Portovelo.

Actividad económica	Tipo de suelo	N.º hectáreas
Agrícola	Cultivos permanentes	1753
	Cultivos transitorios	102
	Descanso	230
Ganadero	Pastos cultivados	14894
	Pastos naturales	2158
	Páramos	-
	Montes y Bosques	4961
Total	Otros usos	383
		24480

Fuente: INEC

Elaborado Por: Autora

2.5 Difusión de contaminantes.

La contaminación es un fenómeno iniciado por el ser humano que continúa creciendo y está provocando la alteración rápida y constante del ecosistema. Pero es necesario mencionar que esta problemática no es propia ni se establece en un lugar en específico sino todo lo contrario, este fenómeno ya sea provocado en el aire como en el agua o suelo cuenta con factores que facilitan su difusión por el mundo; uno de esos es el clima y los movimientos atmosféricos que pueden mediante el viento llevar nubes

de contaminación de una región a otra. Consecuente a lo ya expresado las corrientes de agua tanto en ríos como en el mar pueden hacer llegar sustancias químicas dañinas de un lugar a otro (Caiza, 2018).

La contaminación difusa se puede conceptualizar como “una contaminación que se propaga por áreas muy extensas, se acumula en el suelo y no tiene una fuente única o fácilmente identificable”. De hecho, este fenómeno de contaminación difusa se da principalmente en el lugar donde se produce la transferencia de sustancias químicas (Rodríguez, Michael, & Daniel, 2019).

Además, la contaminación difusa requiere del transporte de las sustancias negativas a través de procedimientos de agua, aire y suelo. Por lo cual es indispensable la realización de análisis complejos de estos recursos con el fin de evaluar correctamente el tipo de contaminación (Geissen, 2015).

Ejemplos de contaminación difusa:

Difusión de contaminantes.

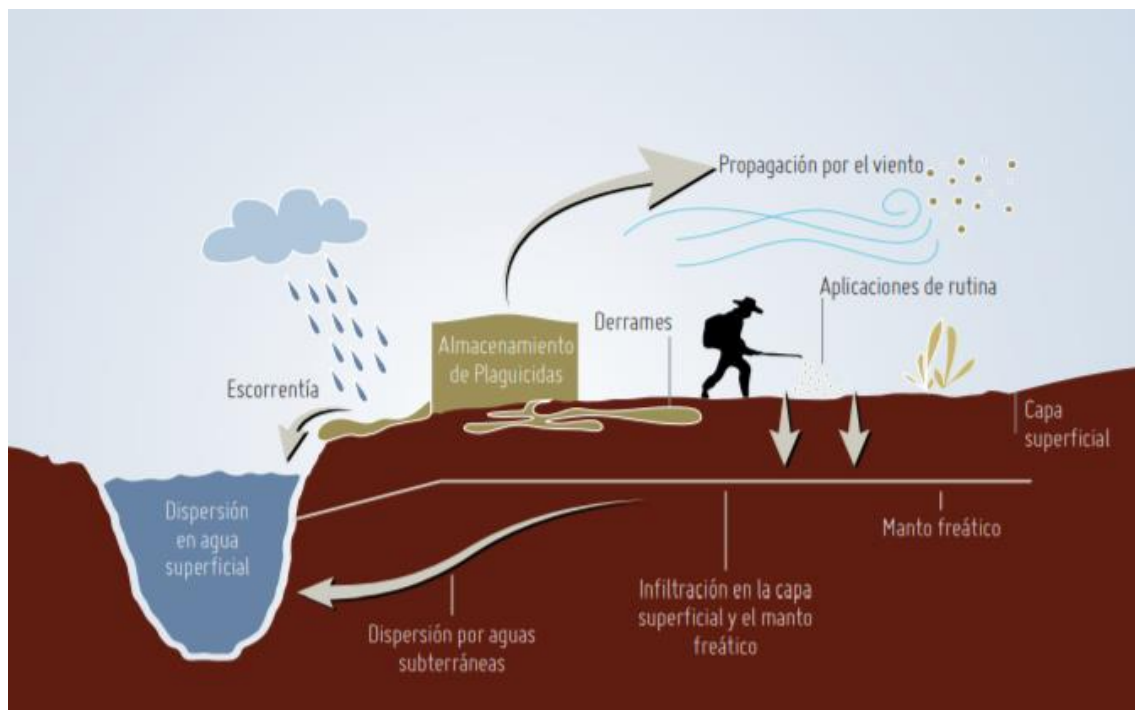


Figura 1. Trayectoria de transporte de los plaguicidas en el medio ambiente
Fuente: (Rodríguez Eugenio, Natalia; McLaughlin & Pennock, 2019)

Como se observa en la Figura 1 la difusión de los contaminantes ocurre principalmente por los diferentes factores climáticos como el viento, el agua. No

porque se contamine en una zona específica quiere decir que la contaminación se dará solo en aquel lugar, al contrario, con base en a los distintos factores atmosféricos esta contaminación puede difundirse hacia otras regiones generando y provocando problemas de salud ambiental y humana.

2.6 Ley de Fick:

El teorema central de la Ley de Fick explica que “cuando en un sistema termodinámico multicomponente hay un gradiente de concentraciones, se origina un flujo irreversible de materia, desde las altas concentraciones a las bajas, al cual se le llama difusión”. Es decir, se demuestra que cuando se abre un frasco con algún líquido volátil que presente, olores como por ejemplo un perfume, se puede oler en un lugar cerrado (Obando, 2003).

La ley de Fick nos expresa que el proceso difusivo (J en $\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$) es conforme al gradiente de concentración de sustancias que difunde al coeficiente D conocido como coeficiente de difusión (D en m^2/s). Para un sistema variable esta ley se escribe:

$$J = -DA \frac{\Delta C}{\Delta x}$$

En donde:

D es coeficiente de difusión (m^2/s)

A es el área de la sección transversal (m^2)

ΔC Es la diferencia de concentraciones molares (mol/m^3)

Δx Es la diferencia de distancias (m)

Por otra parte, es significativo mencionar que la Ley de Fick afirma que para que suceda el fenómeno de difusión no es necesario que la distribución espacial de las moléculas sea homogénea, al contrario, esta deberá ser gradiente, es decir, diferente entre dos puntos. Por ejemplo, las moléculas del líquido después de volatilizarse se propagan en la atmosfera, distribuyéndose en su totalidad al espacio colindante (Obando, 2003).

2.7 Minería.

La minería es una actividad económica dedica a la extracción de minerales que se hallan bajo la superficie. Sin embargo, para que el desarrollo de esta actividad se haya dado hace muchos años, el hombre debió estudiar y conocer el valor de los minerales que estas ocultaban. Por tal motivo, antes de proceder a conocer qué es la

minería revisaremos sobre los recursos responsables de esta actividad por su riqueza, los minerales.

Los minerales se definen como “sustancias sintéticas o químicas e inorgánicas de manera natural, con propiedades físicas firmes y constitución química determinada que están establecidos por una composición de entre dos o más elementos químicos” (Lavandaio2014).

Estos elementos químicos pueden presentarse de forma sólida y cristalina, la cual muchas veces son vistosas (cristales de cuarzo, calcita, pirita, turmalina) siendo estas las que se observan en joyería y museos de mineralogía. Sin embargo, cabe destacar que los minerales son rocas que forman la parte sólida de la tierra en la que vivimos (Lavandaio, 2014).

Si bien siempre se habla de los minerales en su estado sólido, es importante rescatar que estos pueden cambiar de estado (líquido o gaseoso) si las condiciones físicas se prestan. Por ejemplo, en el agua, el mercurio nativo y los hidrocarburos son elementos minerales líquidos, en el caso del agua especialmente la de mar contiene otros minerales en solución esto debido a su estado (Huertos, 2012).

La extracción y uso de los minerales creció con la evolución del hombre y con la sociedad. Conociendo que los seres humanos se han valido de los minerales desde sus inicios para su supervivencia. Por tal motivo, no es de sorprenderse que, con el desarrollo de su inteligencia haya optado por darle paso a la minería como sector económico, generando así la producción constante de minerales en lugares determinados llamados yacimientos, los cuales se caracterizan geológicamente por concentrar una considerable cantidad de minerales, dando paso a la explotación (Cerde, 2014).

Dicho esto, la minería no es más que una actividad extractiva, en donde se toman generalmente mediante maquinarias la sustancia mineral de un sitio específico para luego ser llevada a una fábrica para la industrialización.

Por último, con el fin de dar sustento científico, se define minería como “una actividad económica que comprende el proceso de extracción, explotación y aprovechamiento de minerales que se hallan en la superficie terrestre con fines comerciales” (Pereyra Fausto, 2015).

2.8 Desechos tóxicos de minería:

La actividad de extracción en las minas produce una gran cantidad de residuos o desechos tóxicos, en la industria extractiva se entiende a los desechos mineros como: “Aquellos residuos sólidos, acuosos o en pasta que quedan tras la investigación y aprovechamiento de un recurso geológico, tales como son los estériles de mina, gangas del todo uno, rechazos, y las colas de proceso e incluso la tierra vegetal” (España, 2006).

Para realizar la actividad de extracción en un yacimiento subterráneo es necesario remover rocas llamadas “sobrecarga”, las cuales se convierten en desechos que al contacto con el aire se convierten en sulfuros ácidos, estos a su vez al llegar a los ríos (agua) y disolverse se transforman en metales pesados de alta contaminación para la naturaleza y el ser humano (Creek, 2000).

2.9 Relaves mineros.

Un relave minero “corresponde al residuo, mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos, que queda como resultado de haber extraído los minerales sulfurados en el proceso de flotación” (Chile, 2019).

Asimismo, se definen a los relaves mineros como: despojos de los filtros que conllevan al pretendido aprovechamiento de minerales. Estos despojos están combinados esencialmente por material casi idéntico fijado en el yacimiento, al cual anticipadamente se le ha extirpado la porción al material con características valiosas (Beltrán Rodríguez et al., 2018).

Los relaves mineros son los desechos de la minería, para obtener el mineral o metal precioso de la roca se realizan procesos maquinarios y químicos que trituren las rocas y la conviertan en arena fina para así realizar la extracción; dando como resultado la generación de residuos sin valor económico también llamados desechos. Los cuales contienen partículas de roca molidas, productos químicos, inorgánicos y agua. Por tal motivo, según la clase de minería, los relaves suelen ser líquidos, sólidos o barro combinado de partículas mucho más delgadas, sustancias que pueden ser tóxicas y radioactivas (Industrial Global Union, 2019).

2.10 Piscinas o represas de relave:

Antes de profundizar el tema de las piscinas o represas es importante conocer que es un relave, por tal motivo Codelco, (2019) explica que los “relaves son partículas de roca de desecho finas suspendidas en el agua”.

Los relaves se definen como “resultado de la molienda y beneficio, posterior a extraer los metales objetivos, se producen partículas residuo, desde muy finas (tamaño arcilla y limo) hasta tamaño arena fina” (Beltrán Rodríguez et al., 2018).

Se puede decir que las piscinas de relave son de grandes extensiones con poca profundidad en donde se almacenan los residuos o desechos procedentes de la extracción de un yacimiento minero. Según (Codelco, 2019), menciona que la mejor manera para “almacenar millones de toneladas de residuos tóxicos es repesarlo en enormes piscinas” las cuales permiten mantener la toxicidad de los residuos para evitar un mayor grado de contaminación.

Actualmente, el control en la producción y distribución de relaves mineros se ha transformado en uno de las primordiales manivelas para el desarrollo sostenible del sector minero a nivel mundial. Es así, por ejemplo, que China utiliza para contención de los relaves un método llamado “bombeo de lechada” o también conocido en inglés como “*Tailings Storage Facility*” (TSF), el cual comienza a tomar liderazgo dentro de la industria minera mundial dejando atrás las “presas de relaves” las cuales han mostrado poseer diferentes fallas (Beltrán Rodríguez et al., 2018).

Tabla N° 3 Fallas de presas de relaves por todo el mundo.

Fecha	Nombre /Localización	Mineral	Tipo de Falla	Consecuencias
28/03/1965	Cerro Negro, Chile	Cobre	Licuación e inestabilidad de taludes inducidas por sismo.	50.000 toneladas de relaves fluyeron 5km aguas abajo.
19/07/1985	Stava, Trento, Italia	Fluorita	Márgenes de seguridad insuficientes; construcción deficiente de tubería de decantación	Flujo de relaves 4,2 km aguas abajo con una velocidad de 90 km/h; 268 personas muertas y 62 edificaciones destruidas y 200.000 m3 de relaves liberados.
1985	Huangmeishan, China	Hierro	Infiltraciones de la presa e inestabilidad de taludes	19 personas muertas

22/02/1994	Harmony, Merriespruit, Suráfrica	Oro	Ruptura por rebose después de fuertes lluvias	Los relaves fluyeron 4 km aguas abajo; 17 personas murieron; grandes pérdidas materiales en un municipio residencial, 600.000 m ³ de relaves movilizados.
25/04/1998	Los Frailes, Aznalcóllar, España	Zinc, cobre, plomo, plata	Falla del terreno de cimentación	Miles de hectáreas de cultivos cubiertos de relaves
04/08/2014	Mount Polley, British Columbia, Canadá	Cobre, oro	Falla del terreno de cimentación	Flujo de relaves hacia lagos adyacentes; 7,3 millones de m ³ de relaves movilizados.
05/11/2015	Fundao, Distrito de Mariana, Brasil	Hierro	Falla de la presa sobre su estribo izquierdo. Una capa de relaves finos presentes dentro del embalse de relaves gruesos produjo una zona débil a lo largo de la cual inició la falla	Flujo total contaminado de 62 millones de m ³ de relaves. La ola de relaves inundó la ciudad de Bento Rodríguez; al menos 17 personas muertas y dos desaparecidas; 158 viviendas destruidas; contaminación del océano Atlántico, del Río Gualaxo y del Río Doce.

Fuente: Beltrán, Larrahondo & Cobos (2018). Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oportunidades en Colombia.

2.11 Metales pesados.

Los metales pesados al igual que los minerales, se hallan inmersos en la naturaleza a manera de grandes concentraciones. Sin embargo, estos no pueden ser destruidos sino más bien disueltos por agentes químicos como por ejemplo el oro.

Londoño Franco (2016) explica en su publicación los peligros de los metales pesados en el ser humano y animales que, según la tabla periódica, los contaminantes son un “elemento químico con alta densidad (mayor a 4 (g/cm³)), masa y peso atómico por encima de 20, y son tóxicos en concentraciones altas”, entre estos están: el Mercurio (Hg) y el Plomo (Pb).

Si bien es cierto, los metales son conocidos principalmente por ser perjudiciales para la salud humana por su alto grado de toxicidad, los cuales puede alterar las funciones principales del cuerpo e incluso causar la muerte, sin embargo, investigaciones han demostrado que existe un grupo menor de estos elementos que son

necesarios para la salud en cantidades adecuadas, por ejemplo, el hierro, cobalto, manganeso, cobre, zinc, entre otros (Bernal, 2013).

2.12 Mercurio.

Se define como aquel metal pesado que posee un número atómico de 80 y masa atómica de 200 (g/mol). Se caracteriza principalmente por ser un líquido blanco – refulgente a temperatura ambiente. El mercurio constituye procedimientos- amalgamas con nuevos metales como lo son el oro, plata, platino, uranio, entre otros, del mismo modo se encuentra frecuentemente como sulfuro, con una especie de rojo cinabrio, en minúscula exuberancia metal cinabrio negro, asimismo el cloruro de mercurio es un metal con menores posibilidades de encontrar (Londoño Franco et al., 2016).

Debido a su tensión superficial de 484 (dinas/cm) en estado líquido, este metal no puede mojar al igual que el agua al objeto o superficie con la que se encuentre en contacto. Por tal motivo se encuentra usándose en la fabricación de pilas, pinturas, pastas dentales, cremas, jabones, termómetros entre otros muchos elementos de la vida diaria del ser humano. Así mismo, el sector de la minería los utiliza para facilitar la obtención de los minerales o principalmente los metales concentrados en yacimientos (Bernal, 2013).

2.13 Plomo.

Representa un número atómico 82 y una masa atómica de 207 (g/mol), es un metal inorgánico cuya procedencia principalmente radica de zonas industriales y mineras, su existencia puede darse en áreas como mucha humedad y en estado de oxidación +2 y se caracteriza principalmente por ser de color azul (Carolina & Yamileth, 2021).

Este tipo de metal se utiliza en la gasolina como añadido previsor de su cuidado, también en las baterías, ordenadores de Pc y pantallas televisivas, prendería, envases de conserva, teñidores de pelo, grifería, grasas, cosmetología, asociaciones, porcelanas, provisiones, ensambladuras, sondas, equipo, emisión nuclear, sustancias tóxicas, entre otros (Londoño Franco et al., 2016).

El plomo al ubicarse clasificado en el grupo 2B de peligrosidad al igual que el mercurio, es un metal que se encuentra relacionado directamente con la generación de problemas cancerígenos en el ser humano.

El plomo es un metal pesado contaminante, no biodegradable y persistente en el medio ambiente, su elevada biodisponibilidad supone un riesgo para todo organismo vivo; el suelo es un elemento clave para los ecosistemas y es uno de los principales receptores de este metal pesado (Coyago E. , 2016).

Su abundante presencia la corteza terrestre, es capaz de viajar grandes distancias por la acción del viento depositándose en regiones lejanas a su foco de contaminación y homogeneidad, así como un uso extendido que junto a su naturaleza no biodegradable y altamente persistente (agua, suelo, polvo, atmósfera) le dotan de una alta capacidad de bioacumulación y biomagnificación en la cadena alimenticia poniendo en riesgo la producción de cultivos, la contaminación de agua superficial y subterránea y la salud humana (Coyago E. , 2016).

2.14 Análisis legal

Ecuador es uno de los principales países con una normativa ambiental actualizada y que vela por los derechos del medio ambiente en general, es así que también presenta leyes, reglamentos y normas sobre la calidad del suelo estableciendo límites máximos permisibles de contaminación por distintas causas.

Como nos dice el Art. 313, Art. 317 de la Constitución del Ecuador y en el Art. 3 del Código Orgánico Ambiental será deber del Estado el garantizar la conservación del patrimonio natural del país, la protección de los recursos, así como la de regular las actividades que connoten en impactos negativos al medio ambiente y atenten con contra la integridad del ecosistema para tener un medio ambiente equilibrado (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Para determinar la calidad de un suelo contaminado por metales pesados en este caso Mercurio y Plomo se basa en los límites máximos permisibles establecidos en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) Anexo 2, aunque en la actualidad está vigente el Código Orgánico Ambiental (COA) este aún no posee límites máximos permisibles de contaminación por lo que indica que se debe basar en el criterio de una ley establecida anteriormente.

Según la Ley de minería en el Art. 6 y el Reglamento Ambiental de las Actividades Mineras en el Art. 3 y Art. 5; la explotación de los recursos naturales y el

ejercicio de los derechos mineros se ceñirán al Plan Nacional de Desarrollo, a los principios del desarrollo sustentable y sostenible, de la protección y conservación del medio ambiente y de la participación y responsabilidad social, debiendo respetar el patrimonio natural y cultural de las zonas explotadas. De acuerdo a estas normativas deberá ser el Ministerio del Ambiente el ejercer como ente sancionador, en el ámbito administrativo, a todas las instituciones extractivas que incumplan con lo establecido en el reglamento general de la minería (Ministerio del Medio Ambiente, 2014).

En el país está prohibido la extracción de recursos no renovables de lugares que hayan sido declarados como zonas intangibles o áreas protegidas como lo dice en la Constitución del Ecuador; la explotación de los recursos naturales y el ejercicio de los derechos mineros se ceñirán al Plan Nacional de Desarrollo, a los principios del desarrollo sustentable y sostenible, de la protección y conservación del medio ambiente y de la participación y responsabilidad social, debiendo respetar el patrimonio natural y cultural de las zonas explotadas (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA.

3.1 Ubicación geográfica del lugar de estudio.

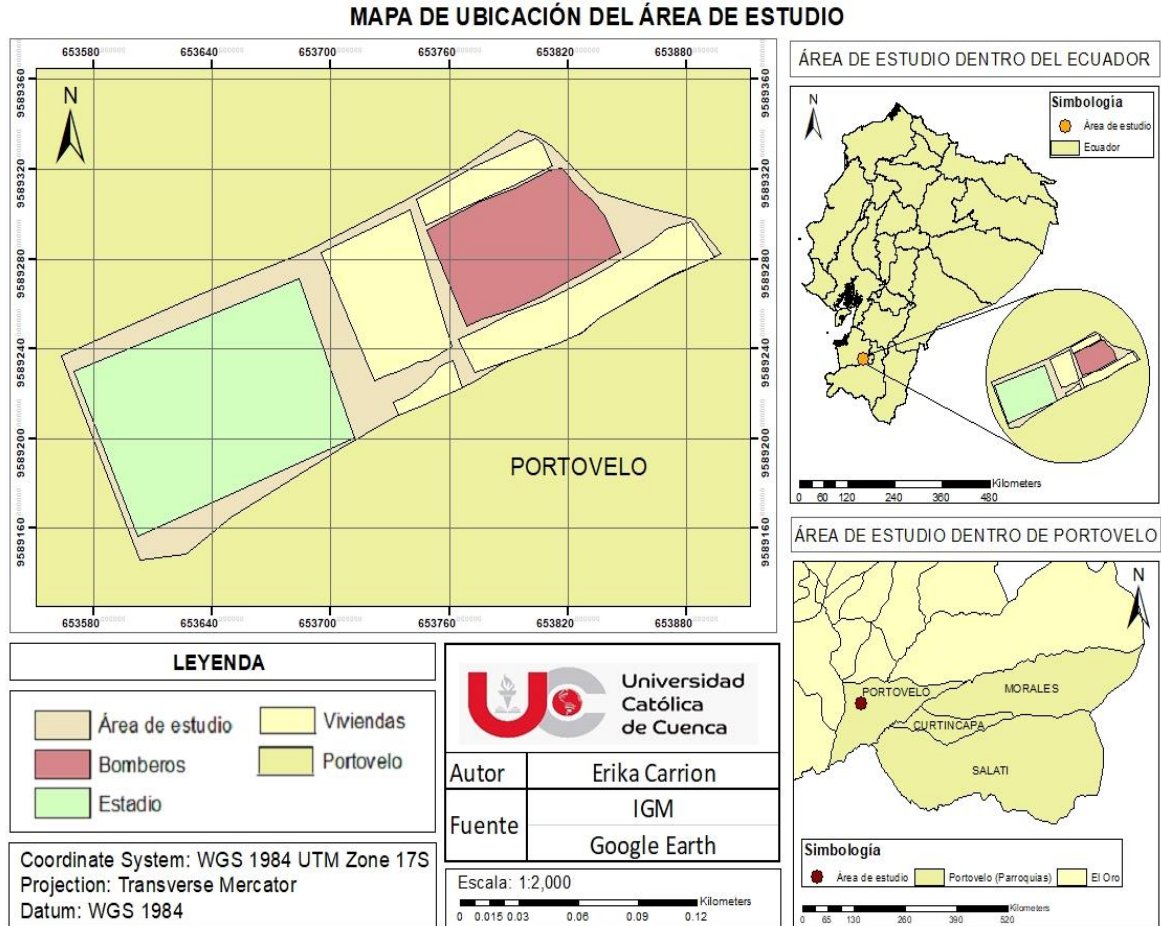


Figura 2: Ubicación geográfica del área de estudio en el cantón Portovelo

La ejecución de este trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Portovelo, Provincia de El Oro, este posee una superficie de 286,20 Km², está situado en las derivaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, en la parte baja de la cordillera de Vizcaya y bañada por el Río Amarillo, Portovelo está ubicado al sureste de la provincia, limitado al norte con el cantón Zaruma, sur y este con la provincia de Loja y oeste con el cantón Piñas (PDOTPortovelo, 2014).

La zona en la que se va a enfocar el estudio se encuentra ubicado el estadio Municipal del cantón y la escuela Federico Froebel y con las casas cercanas a estos lugares; los cuales abarcan 2.96 hectáreas de terreno; el estudio se enfoca en esta zona ya que, según (Obviedo, 2017) en su investigación dice que las arenas residuales del proceso de extracción de oro eran vertidas en grandes piscinas de relaves pero con el

pasar de los años y tras la salida de la empresa minera SADCO estas arenas fueron trasladadas a otros lugares para evitar que esté en medio de la población.

Luego de colocar una capa de arena y tierra en estos sitios se procedió a la construcción del estadio municipal que fue la principal piscina de relaves, así también la construcción de viviendas y la escuela Federico Froebel; es por esta razón que se procedió a la toma de muestras en estos lugares, dos muestras en el estadio, una muestra en una vivienda y finalmente una muestra en la escuela para determinar si existe la difusión de Mercurio y Plomo en toda esta zona.

3.2 Descripción de zona de estudio:

3.2.1 Clima y meteorología.

El Cantón Portovelo posee dos estaciones específicas las cuales son: estación de verano efectuada en los meses de junio a noviembre, y la temporada de invierno está comprendida con mayor razonabilidad en los meses pertenecientes a diciembre y mayo (PDOT Portovelo, 2014-2019).

3.2.2 Temperatura.

La ciudad de Portovelo por zona geográfica posee de una temperatura considera entre cálida y húmeda, en muchas de las áreas de mayor envergadura la temperatura suele ser variada connotando grados de entre 5° a 15°; por consiguiente, en zonas consideras de baja elevación esta oscila entre los 21° a 28° (PDOT Portovelo, 2014-2019).

3.2.3 Humedad.

En el cantón Portovelo oscila entre el 40 al 50% específicamente, volviendo sus suelos actos para cultivos (PDOT Portovelo, 2014-2019).

3.2.4 Precipitación.

La precipitación mínima mensual que se logró encontrar fue de 118 mm y una máxima 125 mm, con una acopiada anual que fluctúa en los 1.325 mm (PDOT Portovelo, 2014-2019).

3.3 Metodología aplicada:

A continuación, se procederá a la explicación del marco metodológico acorde el desglose de los objetivos específicos trazados en el trabajo investigativo:

- Aplicar la metodología establecida en el TULSMA y en la guía de muestreo de suelo mediante visitas in situ para la toma de muestras de suelo.

3.3.1 Muestreo de suelo.

Se considera como la diligencia que consiste en la recolección de muestras de la superficie terrestre, las cuales consienten la caracterización de la zona de estudio. Asimismo, cada ejemplar es determinado como un fragmento cuyo valor es representativo, dado que representa las mismas peculiaridades o propiedades del material con el cual se está desarrollando la investigación. Cabe señalar que, las muestras receptadas en laboratorio con la constitución de muestras designadas para ser examinadas basándonos en los objetivos planteados (Mendoza & Espinoza, 2017).

Tabla N°4 Materiales que se utilizaron para la obtención de muestras de suelo.

Materiales	Cantidad
Muestreador de suelo	1 unidad
Barreta	1 unidad
Pala	1 unidad
Metro	1 unidad
Papel aluminio	1 unidad
Fundas ziploc	16 unidades
GPS	1 unidad
Muestra de suelo	0,500 gr

Elaborado por: Autora

3.2.2 Tipo de Muestreo de suelo ha utilizado en el estudio.

Se ejecutó un tipo muestreo simple, en cuál se constituye en la toma de muestras usadas para trabajos de investigación, extensión, y en suelos muy homogéneos. Asimismo, se recomienda que cada muestra obtenida debe ser de por lo menos medio kg por cada hectárea suelo (Norma técnica del suelo, 2009).

3.2.3 Sistema de toma de muestras.

Se ejecutó en lugares estratégicos del sitio donde se tenga indicios de una mayor concentración de contaminantes. La hondura a la cual se procedió para obtención de las muestras dependerá del tipo de zona de estudio. Se procederá a recoger dieciséis muestras de suelo en cuatro puntos de muestreo las cuales se van a distribuir: dos en el Estadio Municipal, una muestra en la escuela Federico Froebel y una muestra cercana al sitio donde se encuentran las viviendas; se tomó esta cantidad de muestras

basándose en (TULSMA, 2017) el cual dice que para una superficie de 3 hectáreas se debe tomar 16 muestras (Pérez Capa, 2017).

En la tabla N° 5, se adjunta, la ubicación de los puntos de muestreo en el Estadio Municipal, Vivienda y Escuela Federico Froebel.

Tabla N°5 Ubicación de los puntos de muestreo.

Punto de muestreo	Descripción	Coordenadas WGS 84	
		Latitud(grados)	Longitud(grados)
Punto A	Estadio Municipal	653610	9589166
Punto B	Estadio Municipal	653676	9589260
Punto C	Vivienda	653770	9589236
Punto D	Escuela Federico Froebel	653819	9589318

Elaborado: Autora.

3.2.4 Recorrido para realizar el muestreo.

Para este trabajo de investigación se hizo uso del recorrido en Zig-zag, el cual consiste en líneas cruzadas desde cada punto seleccionado de muestreo (Norma técnica del suelo, 2009). En el siguiente mapa se detalla donde se ubicaron los puntos de muestreo P1 (estadio), P2 (estadio), P3(vivienda) Y P4(escuela Federico Froebel), y el recorrido en Zig-zag que se realizó en la zona destinada al estudio:



Figura 4: Puntos de muestreo y recorrido para la toma de muestras.

- Pruebas de suelo en un laboratorio certificado para conocer la concentración de Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) presente en las muestras.

Cada una de las muestras obtenidas se debe envolver en papel aluminio en forma de “empanada” para posteriormente ser depositada en las fundas Ziploc debidamente rotuladas para ser trasladadas al laboratorio “ANAVANLAB” para su examen y análisis.

Las muestras se llevaron a este laboratorio especializado en metales presentes en el suelo, y una vez obtenidos los resultados se determinó el horizonte exacto de acumulación de Mercurio Hg y Plomo Pb encontrado. A su vez, con los datos conseguidos se pudo a establecer el nivel de difusión de los contaminantes, mediante la Ley de Fick, ley que estudia el desplazamiento de las moléculas de zonas de mayor concentración a menor concentración.

Ley de Fick:

$$J = -DA \frac{\Delta C}{\Delta x}$$

J: calcula la cuantía de sustancia que circula a través de un dispositivo de área en el proceso con una variable de una unidad de tiempo. Se expresa en: $\frac{mol}{m^2 \cdot s}$

A: es el área de un componente transversal. Se expresa en m^2 .

D: es el coeficiente de difusión cuya extensión parte desde el área por unidad de tiempo, por lo que para expresarlo: $\frac{m^2}{s}$

C: (para mezclas ideales) es la acumulación, en la cual la dimensión es de conjunto de sustancia por unidad de volumen. Puede ser expresada en unidades de: $\frac{mol}{m^3}$

x: es la posición, dado en extensiones de amplitud. Expresado con la unidad de m.

Cabe señalar que en las áreas del estadio Municipal existe un relleno de 50 cm de profundidad donde fue tomada la primera muestra, se recogieron un total de dieciséis muestras de suelo de medio kilogramo cada una, a una profundidad de 50 cm, 1 m, 1.5 m y 2 m profundidad respectivamente.

Los datos que se utilizó para encontrar la difusión mediante la ley de Fick, en el área transversal es el área que tubo cada orificio de los que se extrajo la muestra de suelo la misma que fue de $0.0047m^2$, el coeficiente de difusión del Plomo se obtuvo del libro de (Brook, 1998), el mismo que se corrobora con (Tello, 2015) en su estudio de difusión de plomo y cadmio que es de $0.22cm^2/s$. En el caso de las concentraciones se

utilizó el resultado de los análisis de laboratorio de cada punto, y la posición fue la profundidad a la que se tomó cada muestra.

- Análisis de los resultados de las pruebas de laboratorio con la norma que establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en el suelo (TULSMA).

Para el análisis de los resultados conseguidos mediante las pruebas de laboratorio, se menciona, la determinación de los valores de concentración de estos metales pesados, de acuerdo a Límites Permisibles de Calidad Ambiental, según el TULSMA, aunque el cuerpo legal vigente en el régimen ambiental es el COA, esta basa los límites permisibles a los ya establecidos anteriormente en el TULSMA.

Tabla N° 6. Criterios referenciales de calidad de suelo de acuerdo al TULSMA.

Parámetro	Unidades (concentración en peso seco de suelo)	Valor
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.1
Plomo (Pb)	mg/kg	19

Fuente: (Norma técnica del suelo, 2009).

Elaborado: Autora.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS.

Presentación, análisis e interpretación de resultados.

La técnica de muestreo simple, fue la empleada para este trabajo investigativo, siendo una de las más recomendadas para suelos homogéneos, y los materiales empleados fueron: un muestreador de suelo, una barreta, pala, metro, papel aluminio, fundas ziploc, y un GPS.

Establecido los puntos en los que se realizó el muestreo, los mismos que fueron dos en el Estadio Municipal con coordenadas (3. 715775°, 79. 630691°) y (3. 715066°, 79. 61625°), uno en una vivienda (3. 715213°, 79. 615416°) y el último en la escuela Federico Froebel (3. 714508°, 79. 614897°) se procedió a la toma de muestras de suelo a distintas honduras 0.50 cm, 1 m, 1.5 m y 2 m; con lo que se obtuvo un total de 16 muestras.

Teniendo ya las muestras debidamente rotuladas fueron trasladadas hasta un laboratorio especializado y certificado en suelos para conocer así la concentración de Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) presente en la cada una de estas.

De acuerdo a los resultados correspondientes al análisis de Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) que se obtuvieron de los laboratorios de ANAVANLAB avalado por el Servicio de Acreditación Ciudadano de la ciudad de Quito se redacta los siguientes datos:

Variación de la concentración de mercurio y plomo.

Tabla N° 7. Variación de la concentración de mercurio y plomo.

ESTADIO MUNICIPAL 1			
	Parámetros	Mercurio	Plomo
Tipo de Muestras	Profundidad	Hg(mg/kg)	Pb(mg/kg)
Suelo	M1(0,5 m)	<0,1	536,7
Suelo	M2(1 m)	<0,1	530,7
Suelo	M3(1,5 m)	<0,1	446,7
Suelo	M4(2 m)	<0,1	731,3

Elaborado por: Autora.

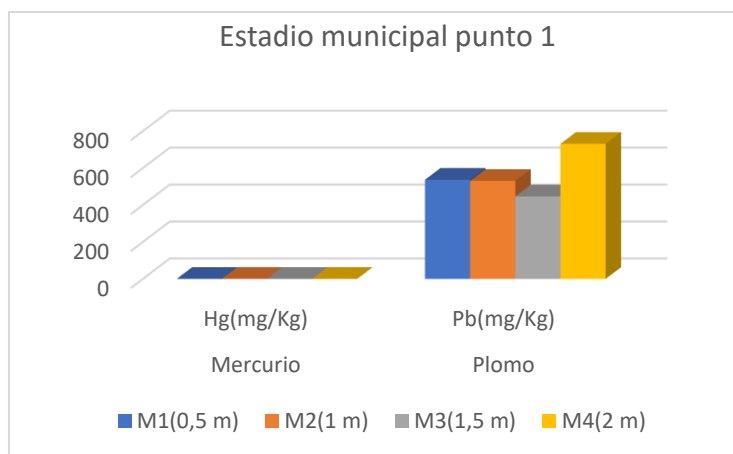


Gráfico N°1. Niveles de concentración en el estadio municipal (Punto 1)

Análisis de resultados.

De acuerdo a los resultados conseguidos por medio de las pruebas de laboratorio los valores de concentración de Mercurio presentes en los puntos de muestreo A y B (estadio Municipal), C (vivienda), y D (escuela Federico Froebel), fueron de $< 0,10$ (mg/kg) lo que indica que este contaminante se encuentra en el límite máximo permisible establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

Los valores de Plomo (Pb) encontrados en el punto A, (estadio Municipal) superan el valor de la norma establecida de 19 (mg/kg), las muestras se obtuvieron a distintas profundidades de suelo, teniendo en cuenta que la primera se obtuvo a 0,5 m con un resultado de 536,7 (mg/kg), la segunda a 1 m con un valor de 530,7 (mg/kg), la tercera a 1,5 m con 446,7 (mg/kg) y por último la cuarta muestra a 2 m se registró con 731,3 (mg/kg), obteniendo como resultado general que este compuesto químico se encuentra sobre el rango permisible establecido por la norma de calidad de suelo.

También basándonos en los resultados se puede decir que en la cuarta muestra a 2 m de profundidad da un resultado de 731,3 (mg/kg) que es elevado en comparación a los otros puntos, esto puede deberse al tipo de superficie arcilloso presente en el área o también en las antedichas piscinas de relave minero tuvo más concentración de Plomo (Pb) que las arenas puestas posteriormente.

Tabla N° 8. Variación de la concentración de mercurio y plomo.

ESTADIO MUNICIPAL 2			
Parámetros		Mercurio	Plomo
Tipo de Muestras	Profundidad	Hg(mg/Kg)	Pb(mg/Kg)
Suelo	M1(0,5 m)	<0,1	1111,1
Suelo	M2(1 m)	<0,1	285,3
Suelo	M3(1,5 m)	<0,1	429,1
Suelo	M4(2 m)	<0,1	712,8

Elaborado por: Autora

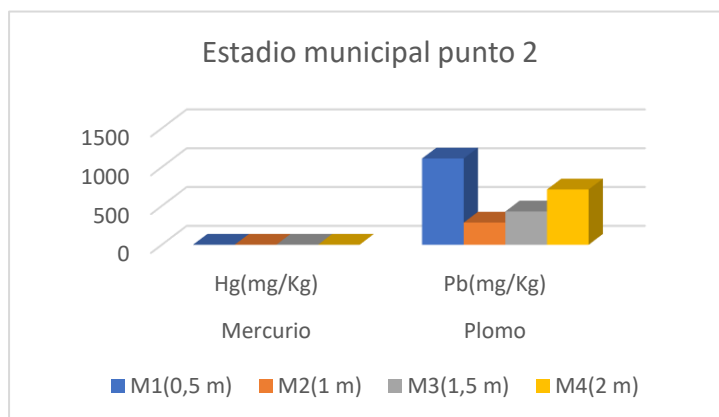


Gráfico N°2. Niveles de concentración en el estadio municipal (Punto 2)

Análisis de resultados.

Las muestras obtenidas a distintas profundidades de suelo para conocer la concentración de Plomo (Pb) destacan por el alto grado de concentración en la M1 tomada a 0,50 cm que fue de 1111,1 (mg/kg) esta gran concentración obtenida a tan poca profundidad puede deberse a que el último relleno puesto en la zona tiene grandes concentraciones de este metal. La M2 a 1 m tuvo un descenso de los niveles de concentración a 285,3 (mg/kg), del mismo modo, para la M3 a 1,50 m de 429,1 (mg/kg), presento una leve elevación con referencia a los valores registrados de la segunda muestra.

Por último, la M4 a 2 m fue de 712,8 (mg/kg), por lo cual con los resultados ya establecidos podemos determinar que los residuos de Plomo (Pb) hallados en el punto B, con referencia al (estadio Municipal), se encuentran por encima de los niveles permisibles por el TULSMA dado que la norma establece valores no mayores a 19 (mg/kg).

Caso contrario ocurre con los resultados conseguidos de la concentración de Mercurio se hallan por debajo del límite máximo permisible establecido.

Tabla N° 9. Variación de la concentración de mercurio y plomo.

VIVIENDA			
Parámetros		Mercurio	Plomo
Tipo de Muestras	Profundidad	Hg(mg/Kg)	Pb(mg/Kg)
Suelo	M1(0,5 m)	<0,1	591,1
Suelo	M2(1 m)	<0,1	546,5
Suelo	M3(1,5 m)	<0,1	533,3
Suelo	M4(2 m)	<0,1	555,5

Elaborado por: Autora.

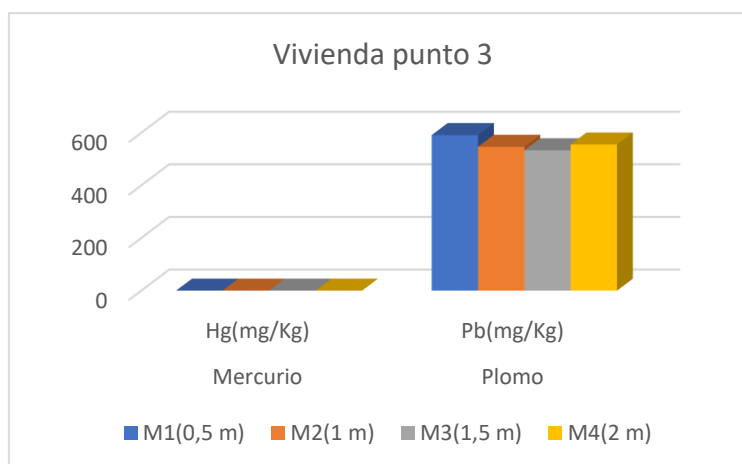


Gráfico N°3. Niveles de concentración en el área de Vivienda (punto 3)

Análisis de resultados.

Podemos connotar que los resultados obtenidos de concentración de Plomo en el sitio de estudio registraron distintos valores, en donde la M1 0,50 cm fue 591,1 (mg/kg), la M2, para la cual se llevó a cabo a 1 m de profundidad proyectó un declive en los niveles de concentración a 546,5 (mg/kg), del mismo modo, para la M3 a realizada a 1,50 m registro 533,3 (mg/kg), por último, la M4 a obtenida a 2 m de profundidad fue de 555,5 (mg/kg).

Por ende, todos los valores registrados en las distintas medidas en las que se obtuvieron de acuerdo al Punto C (Vivienda) se hayan superpuesto a los valores máximos permisibles por el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Los resultados conseguidos de la concentración de Mercurio se hallan en el límite establecido en el TULSMA.

Tabla N° 10. Variación de la concentración de mercurio y plomo.

ESCUELA FEDERICO FROEBEL			
Parámetros		Mercurio	Plomo
Tipo de Muestras	Profundidad	Hg(mg/Kg)	Pb(mg/Kg)
Suelo	M1(0,5 m)	<0,1	89,2
Suelo	M2(1 m)	<0,1	96,5
Suelo	M3(1,5 m)	<0,1	455,7
Suelo	M4(2 m)	<0,1	101,5

Elaborado por: Autora.

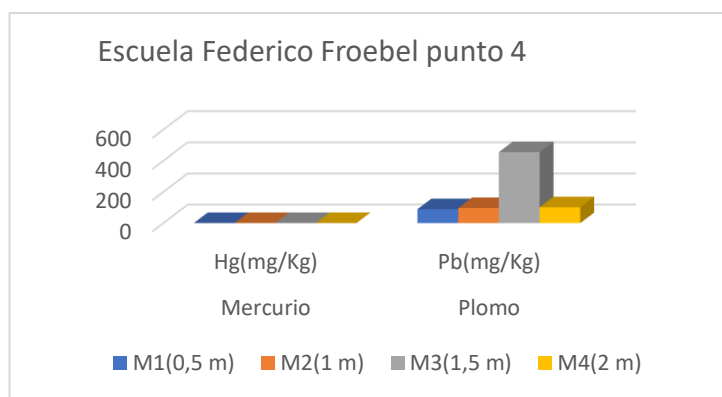


Gráfico N°4. Niveles de concentración en el área de la Escuela Federico Froebel (Punto 4).

Análisis de resultados.

En este punto al igual que los anteriores la concentración de Mercurio (Hg) se encuentra en el límite máximo permisible que es de 1 (mg/kg).

En el caso del Plomo (Pb) de acuerdo a los valores obtenidos a distintas profundidades del suelo, se obtuvo que la muestra M3 a 1,5 m fue de 455,7(mg/kg) y M4 a 2 m de 101,5 (mg/kg) presentaron niveles altos de concentración de plomo (Pb) debido a que la mayor parte de la zona de estudio ha sido rellenada, no obstante, se enfatiza en la reducción de este contaminante, en la primera M1 a 0,50 cm que se registró en 89,2 (mg/kg), así como de la M2 a 1 m, la cual se registró con valor de 96,5 (mg/kg).

En conclusión, los datos sobre Plomo (Pb) hallados en el punto D, son valores fuera del límite máximo permisible estipulado por el TULSMA.

Aplicación de la Ley de Fick para encontrar la difusión de Plomo en los diferentes puntos.

- PUNTO A: Punto 1 (0.5 m de profundidad) y punto 1.1(1 m de profundidad)

Fórmula de Fick para difusión de contaminantes

$$J = -DA \frac{\Delta C}{\Delta x}$$

El coeficiente de difusión D del plomo que se utilizó para los siguientes cálculos fue tomado de *Smitells metals reference book* (Brook, 1998).

Reemplazo la variación de concentraciones, por concentración 2 menos concentración 1; lo mismo ocurre con la variación de posición.

$$J = -DA \frac{C_2 - C_1}{X_2 - X_1}$$

Datos:

$$C_1 = 536.7 \text{ mg/kg} = 536.7 \text{ mol}$$

$$C_2 = 530.7 \text{ mg/kg} = 530.7 \text{ mol}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X_1 = 0.5 \text{ m}$$

$$X_2 = 1 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -D A \frac{C_2 - C_1}{X_2 - X_1}$$

$$J = (-0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{530.7 \text{ mol/m}^3 - 536.7 \text{ mol/m}^3}{1 \text{ m} - 0.5 \text{ m}}$$

$$J = (-0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{-6 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.00000124 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

Punto 1.1 (1 m de profundidad) y punto 1.2 (1.5 m de profundidad)

Datos:

$$C_1 = 530.7 \text{ mg/kg}$$

$$C_2 = 446.7 \text{ mg/kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X_1 = 1 \text{ m}$$

$$X_2 = 1.5 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C_2 - C_1}{X_2 - X_1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{446.7 \text{ mol/m}^3 - 530.7 \text{ mol/m}^3}{1.5 \text{ m} - 1\text{m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{- 84 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.0000173 \text{ mol} / \text{m}^2\text{s}$$

Punto 1.2 (1.5 m de profundidad) y punto 1.3 (2 m de profundidad).

Datos:

$$C_1 = 446.7 \text{ mg/kg}$$

$$C_2 = 731.3 \text{ mg/ kg}$$

$$A = 0.0047\text{m}^2$$

$$X_1 = 1.5 \text{ m}$$

$$X_2 = 2 \text{ m}$$

$$D = 0.22\text{cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C_2 - C_1}{X_2 - X_1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{731.3 \text{ mol/m}^3 - 446.7 \text{ mol/m}^3}{2 \text{ m} - 1.5 \text{ m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{284.6 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.0000588 \text{ mol} / \text{m}^2\text{s}$$

Análisis de resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la aplicación de la Ley de Fick para conocer la difusión de plomo en el primer punto A del estadio municipal se puede decir que no existe difusión de dicho contaminante, ya que lo que nos arroja los cálculos es de 0.0000124 ($\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$) de 0.50 cm a 1 m; de 1 m a 1.5 m la respuesta es 0.00000173 ($\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$) y de 1.5 m a 2 m de profundidad es de 0.0000588 ($\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$); esto se

debe a que este metal se llega a bioacumular por la arcilla presente en el suelo y no se difunde a la profundidad.

- PUNTO B: Punto 2 (0.5 m de profundidad) y punto 2.1 (1 m de profundidad)

Datos:

$$C1 = 1111.1 \text{ mg/kg}$$

$$C2 = 258.3 \text{ mg/kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X1 = 0.5 \text{ m}$$

$$X2 = 1 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C2 - C1}{X2 - X1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{258.3 \text{ mol/m}^3 - 1111.1 \text{ mol/m}^3}{1 \text{ m} - 0.5 \text{ m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{- 852.8 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.000176 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

Punto 2.1 (1 m de profundidad) y punto 2.2 (1.5 m de profundidad).

Datos:

$$C1 = 258.3 \text{ mg/kg}$$

$$C2 = 429.1 \text{ mg/kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X1 = 1 \text{ m}$$

$$X2 = 1.5 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C2 - C1}{X2 - X1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{429.1 \text{ mol/m}^3 - 258.3 \text{ mol/m}^3}{1.5 \text{ m} - 1 \text{ m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{1.1 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.0000353 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

Punto 2.2 (1.5 m de profundidad) y punto 2.3 (2 m de profundidad)

Datos:

$$C1 = 429.1 \text{ mg/kg}$$

$$C2 = 712.8 \text{ mg/kg}$$

$$A = 0.0047\text{m}^2$$

$$X1 = 1.5 \text{ m}$$

$$X2 = 2 \text{ m}$$

$$D = 0.22\text{cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C2 - C1}{X2 - X1}$$

$$712.8 \text{ mol/m}^3 - 429.1 \text{ mol/m}^3$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{2 \text{ m} - 1.5 \text{ m}}$$

$$170.8 \text{ mol/m}^3$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.0000353 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

Análisis de resultados:

En el punto B de muestreo ubicado de igual manera dentro del estadio municipal y en base a los resultados conseguidos basándonos a la ley de Fick se manifiesta no se evidencia dicha difusión del contaminante, ya que los resultados que son de 0.0000353 ($\text{mol/m}^2\text{s}$) en la profundidad de 1 m. A 1.5 m. siendo más alta la difusión de 0.50 cm a 1 m que es 0.000176 ($\text{mol/m}^2\text{s}$).

- PUNTO C: Punto 3 (0.5 m de profundidad) y punto 3.1 (1 m de profundidad).

Datos:

$$C1 = 89.2 \text{ mg/kg}$$

$$C2 = 96.5 \text{ mg/ kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X1 = 0.5 \text{ m}$$

$$X2 = 1 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C2 - C1}{X2 - X1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{69.5 \text{ mol/m}^3 - 89.2 \text{ mol/m}^3}{1 \text{ m} - 0.5 \text{ m}}$$

$$- 19.7 \text{ mol/m}^3$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{\quad}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.00000407 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

- Punto 3.1 (1 m de profundidad) y punto 3.2 (1.5 m de profundidad).

Datos:

$$C1 = 96.5 \text{ mg/kg}$$

$$C2 = 455.2 \text{ mg/ kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X1 = 1 \text{ m}$$

$$X2 = 1.5 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C2 - C1}{X2 - X1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{455.2 \text{ mol/m}^3 - 96.5 \text{ mol/m}^3}{1.5 \text{ m} - 1 \text{ m}}$$

$$358.7 \text{ mol/m}^3$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{\quad}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.0000741 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

- Punto 3.2 (1.5 m de profundidad) y punto 3.3(2 m de profundidad)

Datos:

$$C1 = 455.2 \text{ mg/kg}$$

$$C2 = 101.5 \text{ mg/ kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X1 = 1.5 \text{ m}$$

$$X2 = 2 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C2 - C1}{X2 - X1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{101.5 \text{ mol/m}^3 - 455.2 \text{ mol/m}^3}{2 \text{ m} - 1.5 \text{ m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{- 353.7 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.0000731 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

Análisis de resultados.

En el punto C ubicado en una de las viviendas y siendo el tercer punto de muestreo da como resultado que a profundidad de 1 m a 1.5 m de 0.0000741 ($\text{mol/m}^2\text{s}$) y similar resultado 0.0000731 ($\text{mol/m}^2\text{s}$) a la distancia de 1.5 m a 2 m, mientras que de 0.50 cm a 1 m un resultado más bajo de 0.00000407 ($\text{mol/m}^2\text{s}$) lo que conlleva a decir que tampoco existe una difusión del contaminante solo una acumulación del mismo a las diferentes profundidades.

- PUNTO D: Punto 4 (0.5 m de profundidad) y punto 4.1 (1 m de profundidad)

Datos:

$$C1 = 591.1 \text{ mg/kg}$$

$$C2 = 546.5 \text{ mg/ kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X1 = 0.5 \text{ m}$$

$$X2 = 1 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C_2 - C_1}{X_2 - X_1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{546.5 \text{ mol/m}^3 - 591.1 \text{ mol/m}^3}{1 \text{ m} - 0.5 \text{ m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{- 44.6 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.00000922 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

- Punto 4.1 (1 m de profundidad) y punto 4.2(1.5 m de profundidad)

Datos:

$$C_1 = 546.5 \text{ mg/kg}$$

$$C_2 = 533.3 \text{ mg/ kg}$$

$$A = 0.0047\text{m}^2$$

$$X_1 = 1 \text{ m}$$

$$X_2 = 1.5 \text{ m}$$

$$D = 0.22\text{cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C_2 - C_1}{X_2 - X_1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{533.3 \text{ mol/m}^3 - 546.5 \text{ mol/m}^3}{1.5 \text{ m} - 1 \text{ m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047\text{m}^2) \frac{- 13.2 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.00000272 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

- Punto 4.2 (1.5 m de profundidad) y punto 4.3 (2 m de profundidad)

Datos:

$$C_1 = 533.3 \text{ mg/kg}$$

$$C_2 = 555.5 \text{ mg/ kg}$$

$$A = 0.0047 \text{ m}^2$$

$$X_1 = 1.5 \text{ m}$$

$$X_2 = 2 \text{ m}$$

$$D = 0.22 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.000022 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$J = -DA \frac{C_2 - C_1}{X_2 - X_1}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{555.5 \text{ mol/m}^3 - 533.3 \text{ mol/m}^3}{2 \text{ m} - 1.5 \text{ m}}$$

$$J = - (0.000022 \text{ m}^2/\text{s}) (0.0047 \text{ m}^2) \frac{22.2 \text{ mol/m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$J = 0.00000459 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

Análisis de resultados.

Finalmente, en el PUNTO D que está ubicado en la escuela Federico Froebel la mayor acumulación de Plomo está a una profundidad de 0.5 m a 1 m con $0.00000952 \text{ (mol/m}^2\text{s)}$ seguido de $0.00000459 \text{ (mol/m}^2\text{s)}$ de 1.5 m a 2 m de profundidad y con menor difusión del contaminante de 1 m a 1.5 m con $0.00000272 \text{ (mol/m}^2\text{s)}$; por lo que se comprueba que no existe difusión de dicho metal solo diferentes acumulaciones a las distintas profundidades.

4.1 Discusión.

Según los datos obtenidos mediante los resultados derivados de este trabajo investigativo ejecutado, se tiene que el Plomo (Pb) no tiende a difundirse, ya que sus concentraciones no cumplen con la ley de difusión de ir de mayor a menor concentración, y para respaldar el trabajo investigativo se compara el resultado con el trabajo investigativo de (Tello, 2015) titulado Evaluación de la difusión de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) en el área perteneciente al parque industrial del cantón Cuenca.

Tabla N° 11. Comparación de resultados de concentración de Plomo.

		Carrión	(Tello, 2015)
PUNTO A	0,5 cm	536,7 mg/Kg	38,02 mg/Kg
	1 m	530,7 mg/Kg	37,28 mg/Kg
	1,5 m	446,7 mg/Kg	39,66 mg/Kg
	2 m	731,3 mg/Kg	36,25 mg/Kg
PUNTO B	0,5 cm	1111,1 mg/Kg	287,24 mg/Kg
	1 m	258,3 mg/Kg	293,82 mg/Kg
	1,5 m	429,1 mg/Kg	284,07 mg/Kg
	2 m	712,8 mg/Kg	287,6 mg/Kg
PUNTO C	0,5 cm	89,2 mg/Kg	34,08 mg/Kg
	1 m	96,5 mg/Kg	34,57 mg/Kg
	1,5 m	455,7 mg/Kg	36,63 mg/Kg
	2 m	101,5 mg/Kg	31,29 mg/Kg
PUNTO D	0,5 cm	591,1 mg/Kg	14,12 mg/Kg
	1 m	546,5 mg/Kg	14,39 mg/Kg
	1,5 m	533,3 mg/Kg	17,96 mg/Kg
	2 m	555,5 mg/Kg	13,58 mg/Kg

Elaborado por: Autora.

Basándose en esta comparación de resultados se fundamenta que el Plomo no se difunde a las diferentes profundidades, ya que sus concentraciones varían en la mayoría de los casos de una menor concentración a una mayor concentración.

En el estudio con el que se comparó los resultados de difusión de Plomo y Cadmio obtiene sus resultados utilizando también la Ley de Fick, pero basa más sus conclusiones en las concentraciones obtenidas de los resultados de laboratorio para determinar que no existe difusión de Plomo en el lugar de su estudio.

Los resultados que se alcanzó de la concentración de Mercurio en los dieciséis sitios de muestreo es <1 lo que se entiende que no existe difusión de dicho contaminante, ya que este tiende a volatizarse y con la ayuda de los componentes atmosféricos se ha eliminado, comparado con (Garcia, 2014) con su investigación titulada Evaluación del contenido de mercurio en suelos y lechos de quebrada en la zona minera de Miraflores que obtuvo los siguientes resultados demostrando que en su investigación si existe la difusión del contaminante.

Tabla N° 12. Comparación de resultados de concentración de Mercurio.

		Carrión	(García, 2014)
PUNTO A	0,5 cm		7,1 mg/Kg
	1 m		6,9 mg/Kg
	1,5 m		6,3 mg/Kg
	2 m	< 1	6,2 mg /kg
PUNTO B	0,5 cm		8,9 mg/Kg
	1 m		8,3 mg/Kg
	1,5 m		8,1 mg/Kg
	2 m		7,9 mg/Kg

Elaborado por: Autora.

Como se observa en la tabla N ° 12 los resultados que obtuvieron en el estudio sujeto a la discusión demuestran que en su trabajo de investigación si existe la difusión de mercurio puesto que, como el autor mismo lo menciona en cada uno de sus puntos de muestreo y a las diferentes profundidades las concentraciones del contaminante fluyen de mayor a menor; cosa que no ocurre en los puntos de estudio del cantón Portovelo.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES.

En conclusión, se extrajo 16 tipos de muestras de suelo para establecer la concentración de Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en la zona antes utilizada como relaveras mineras en la ciudad de Portovelo provincia del Oro. La profundidad a la que se procedió fue en base a la establecida por el TULSMA en su Art. 257. La toma de estas muestras se efectuó en base al método "Zig-Zag", M1 0,5cm, M2 1m, M3 1,5m y M4 a 2m, sobre cuatro puntos de muestreo categorizados como Punto A y B en referencia al (Estadio Municipal) el Punto C (Viviendas) y el Punto D (Escuela Federico Froebel).

En conclusión, los valores arrojados por medio de las pruebas de laboratorio realizadas facilitaron el conocer la concentración de Mercurio y Plomo presentes en los puntos de muestreo A y B (estadio Municipal), C (vivienda), y D (escuela Federico Froebel), de los cuales, la concentración de Mercurio en todos los puntos fue $< 0,10$ (mg/Kg) lo que indica que el contaminante en cuestión se halla por debajo del límite máximo permisible establecido por el TULSMA. Caso contrario sucede con el Plomo, dado que la zona de donde se obtuvo las muestras excede el límite permitido, el cual se encuentra establecido en el TULSMA.

Es importante mencionar que el Plomo tiende a bioacumularse lo que dificulta su movilización hacia las cubiertas inferiores del suelo por lo que no existe una difusión del contaminante, manteniéndose en las cubiertas superiores esto puede ser por el tipo de suelo presente en la zona (arcilloso).

El Mercurio es un contaminante que tiende a volatizarse, es por este motivo que las concentraciones encontradas en el lugar no superan el Límite máximo permisible establecido en él (TULSMA), por ende, no se realizó cálculos de difusión de este contaminante.

En la comparación de resultados con otros trabajos de investigación se obtuvo el Mercurio en mi caso no existió difusión por las bajas concentraciones en las que estuvo presente mientras que en el trabajo de (Garcia, 2014) con su investigación titulada Evaluación del contenido de mercurio en suelos y lechos de quebrada en la zona minera de Miraflores si existe difusión del metal como él autor lo dice basándose en los

resultados de las concentraciones que van de mayor a menor concentración en cada punto de muestreo.

Para la demostración que el Plomo tampoco tuvo una difusión en el suelo se comparó los resultados obtenidos con los resultados de (Tello, 2015) en su trabajo titulado Evaluación de la difusión de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd), el cual demuestra que no existe difusión de Plomo en su estudio; ya que los resultados obtenidos de las concentraciones varían de menor a mayor y mayor a menor, más no como debería ser que las concentraciones vayan de mayor a menor para que exista una difusión.

CAPÍTULO VI

6 RECOMENDACIONES.

Se le sugiere que un tiempo determinado se realice otro trabajo de titulación en el mismo lugar de estudio con nuevas muestras, pero en los mismos puntos de muestreo, con el cual se permitan evaluar y/o determinar por medio de pruebas de laboratorio nuevos datos sobre el grado de contaminación de metales pesados por Plomo y Mercurio en la zona.

Se recomienda socializar los resultados obtenidos de las concentraciones de los metales Mercurio y Plomo presentes en el suelo con el GAD Municipal de Portovelo.

Dar a conocer a los habitantes de la zona de estudio del cantón Portovelo que existe la presencia de Mercurio y Plomo en una gran cantidad en el suelo, y como este podría afectar a su salud si no toman las medidas necesarias.

Llevar a cabo una remediación del suelo en las partes que sea posible, ya que existe una escuela en la que se expone a varios niños a tener contacto con estos metales en elevadas concentraciones, especialmente Plomo.

7 Bibliografía:

Aldas Jose. (2016). Capítulo II La Contaminación del Suelo. La Contaminacion Del Suelo, 28.

(2016). 14(02), 145-153. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S169235612016000200017&script=sci_abstract&tlng=es

Bernal, C. A. (2013). Evaluación de la difusión de mercurio total en suelos y sedimentos del río Suratà utilizando un sistema para análisis directo del mercurio. Bucaramanga.

Bnamericas. (2019). Agencia de Regulación y Control Minero. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/agencia-de-regulacion-y-control-minero>

Carolina, M. M., & Yamileth, N. P. (2021). Determinación de mercurio, plomo, arsénico en el tallo de moringa (moringa oleífera) vía calichana, cantón pasaje provincia de el Oro. Obtenido de Repositorio UG: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53831>

Cerda, V. R. (11 de 2014). Obtenido de evaluación de la concentración de plomo y cadmio en suelo superficial de parques y plazas públicas, en tres municipios del área metropolitana de monterrey, nuevo león, México: <http://eprints.uanl.mx/4119/1/1080253816.pdf>

Constitución De La República Del Ecuador. (20 de 10 de 2008). Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Constitucion de la Republica del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Elementos constitutivos del estado. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Coyago, E. (2016). Obtenido de Absorción de plomo en los suelos.: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4760/476051461004/476051461004.pdf>

GAD Portovelo. (20 de Agosto de 2020). Portovelo se apresta a celebrar 40 años de cantonización (Bodas de Rubí):. Obtenido de <https://prensa.ec/2020/08/05/portovelo-se-apresta-a-celebrar-40-anos-de-cantonizacionbodasderubi/#:~:text=%2D%20Portovelo%20como%20asiento%20minero%2C%20se,Curipamba%20o%20Pampa%20de%20Oro.>

GADmPortovelo. (Agosto de 2012). Obtenido de <http://www.portovelo.gob.ec/>

GADPortovelo. (2014-2019). Obtenido de Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000930001_PDyOT%202014-2019_15-03-2015_23-32-58.pdf

- García, J. C. (2014). Evaluación del contenido de mercurio en suelos y lechos de quebrada en la zona minera de Miraflores. Colombia.
- Huertos, E. G. (2012). Obtenido de Contaminación de suelos por metales pesados: http://www.ehu.es/sem/macla_pdf/macla10/Macla10_48.pdf
- Ley De Minería. (24 de 11 de 2011). Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_mineria.pdf
- MAE. (29 de Marzo de 2017). Texto unificado de legislación secundaria de texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente. Obtenido de Mae.gob: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Mendoza, & Espinoza. (2017). Google Académico. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+muestreo+de+suelo.&btnG=
- Ministerio del Medio Ambiente. (18 de 09 de 2014). Reglamento ambiental de actividades mineras, ministerio ambiente. Obtenido de Acuerdo Ministerial 37: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Reglamento-Ambiental-de-Actividades-Mineras.pdf>
- Miranda, D. (2018). Obtenido de Acumulación de metales pesados en el suelo: https://www.researchgate.net/publication/256475443_Acumulacion_de_metales_pesados_en_suelo_y_planta_de_cuatro_cultivos_hortícolas_regados_con_agua_del_rio_Bogota
- Morales, A. R., Paz, O. C., & Carmentate, R. V. (2019). Efectos de la contaminación por metales pesados en un suelo con uso agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(01).
- Norma técnica de suelo. (2009). Obtenido de CIG.org: <https://www.cip.org.ec/attachments/article/1357/NORMA%20SUELO.pdf>
- PDOT Portovelo. (2014). Obtenido de Gobierno autónomo descentralizado Municipal Portovelo: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000930001_PDyOT%202014-2019_15-03-2015_23-32-58.pdf
- Pérez Capa, M. (17 de 11 de 2017). Repositorios universitarios. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3276805>
- Plomo Salud y Ambiente. (2010). Obtenido de OPS/OMS: <https://www.paho.org/uru/dmdocuments/plomo%20salud%20y%20ambiente.pdf>
- PNUMA. (Junio de 2005). Evaluación mundial sobre el mercurio. Obtenido de Productos Químicos: https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1401/Evaluacion_Mundial_Mercurio.pdf
- Presidencia de la República. (12 de abril de 2017). CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. Obtenido de Registro Oficial Suplemento 983: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/Codigo_Organico_Ambiente.pdf
- Presidencia de la República. (2002). Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. Obtenido de libro vi anexo 2 : <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112181.pdf>

- Presidencia de la republica del Ecuador. (25 de noviembre de 2015). Reglamento general a la Ley de Minería. Obtenido de Decreto Ejecutivo 119: <https://www.enamiep.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Reglamento-Ley-de-Mineria.pdf>
- Propuesta de un procedimiento geoinformático para la estimación de la difusión del vertimiento de metales pesados en fuentes abastecedoras de agua, caso El Cristo- municipio de Remedios. (2020). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10495/16145>
- Republica del Ecuador asamblea nacional. (05 de febrero de 2018).Codigo organico integral penal, COIP. Obtenido de Defensa.gob.ec: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP_feb2018.pdf
- Rodríguez, N., Michael, M., & Daniel, P. (2019). Camaleo. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/00631201720a6eb5780e1>
- S. E. Pabón, e. a. (15 de enero de 2020). 14(27), 9-18. doi:<https://doi.org/>
- Soto Benavente, M., Rodriguez Achata, L., Olivera, M., Sanchez, V. A., Nano, C. C., & Quispe, J. G. (marzo de 2020). Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. Scielo Peru, 11(01). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000100049
- Tello, M. d. (2015). Evaluación de la difusión de plomo y cadmio en suelos del entorno del parque industrial de la ciudad de Cuenca. Cuenca.
- Valeria, R. S. (2021). Determinación de cadmio, mercurio y plomo en peces amazónicos y análisis de agua procedentes del río huallaga en el distrito rupa rupa, provincia leoncio prado, departamento de huánuco 2020. Obtenido de Repositorio UNH: <http://200.37.135.58/bitstream/handle/123456789/2784/ROMERO%20SALAZAR%2c%20SHEYLA%20VALERIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez Eugenio, Natalia; McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. In Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura FAO. <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>

Rodríguez, N., Michael, M., & Daniel, P. (2019). Camaleo. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/00631201720a6eb5780e1S>. E. Pabón, R. Benítez, R. A. Sarria-Villa y J. A. Gallo (2020). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10495/16145>(15 de enero de 2020). 14(27), 9-18. doi:<https://doi.org/>

Soto Benavente, M., Rodríguez Achata, L., Olivera, M., Sánchez, V. A., Nano, C. C., & Quispe, J. G. (marzo de 2020). Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. Scielo Peru, 11(01). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000100049

Valeria, R. S. (2021). Determinación de cadmio, mercurio y plomo en peces amazónicos y análisis de agua procedentes del río huallaga en el distrito rupa rupa, provincia leoncio prado, departamento de huánuco 2020. Obtenido de Repositorio UNH: <http://200.37.135.58/bitstream/handle/123456789/2784/ROMERO%20SALAZAR%2c%20SHEYLA%20VALERIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexo 1. Fichas de muestro de suelo.



Universidad Católica de Cuenca

Ficha de muestro de suelo

Datos generales:

Nombre del sitio en estudio:	Estadio Municipal Portavieja	Provincia:	El Oro
Uso principal:	Usos múltiples	Dirección del predio:	Avenida del Ejército

Datos del punto de muestro:

Nombre del punto de muestro:	Punto B "Estadio Municipal"	Descripción de la superficie:	Vegetación
Coordenadas: X: 79° 15' 24" Y: 79° 36' 58.50"		Instrumentos usados:	banda, muestreador de suelo, metro, papel aluminio, Puntos ziploc
Técnica de muestro:	Sondeo manual	Relleno del agujero después del muestro:	Si luego de obtener (sí/no, descripción): las muestras se dejó rellorando
Profundidad final:	2 m.		

Datos de las muestras:

Clave de la muestra:	Punto 2	Punto 2.1	Punto 2.2	Punto 2.3
Fecha:	06/01/2021	06/01/2021	06/01/2021	06/01/2021
Hora:	16:10	16:20	16:30	16:45
Profundidad desde: (en metros bajo la superficie)	0 m	0.5 m	1 m	1.5 m
Profundidad hasta: (en metros bajo la superficie)	0.5 m	1 m	1.5 m	2 m
Color:	café oscuro	café oscuro	café oscuro	café oscuro
Olor:				

Ficha de muestreo de suelo

Datos generales:

Nombre del sitio en estudio: Estadio Municipal Portueto	Provincia: El Oro
Uso principal: Uso múltiple	Dirección del predio: Avenida del Ejecuto

Datos del punto de muestreo:

Nombre del punto de muestreo: Punto A "Estadio municipal"	Descripción de la superficie: Vegetación
Coordenadas: X: 814233.33 Y: 743704.11 (UTM, WGS84) UTM	Instrumentos usados: barreta, metro, papel aluminio, puntas, ziflos, muestras de arena
Técnica de muestreo: Sondeo manual	Relleno del agujero después del muestreo: Si, luego de saca
Profundidad final: (en metros bajo la superficie) 2 m.	(sí/no, descripción): todas las muestras se rellena

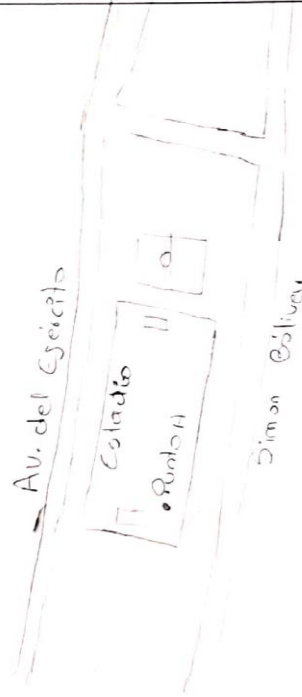
Datos de las muestras:

Clave de la muestra:	Punto 1	Punto 1.1	Punto 1.2	Punto 1.3
Fecha:	06/01/2021	06/01/2021	06/01/2021	06/01/2021
Hora:	15:00	15:15	15:35	15:55
Profundidad desde: (en metros bajo la superficie)	0 m	0.50 m	1 m	1.50 m
Profundidad hasta: (en metros bajo la superficie)	0.50 m	1 m	1.50 m	2 m
Color:	café oscuro	café oscuro	café amarillento	café amarillento
Olor:				

Textura:	Arenosa	Rocosa	Arenosa	Arenosa
Cantidad de la muestra: (Volumen o peso)	500 gr	500 gr	500 gr	500 gr
Tipo de muestra: (simple/compuesta)	Simple	Simple	Simple	Simple

Comentarios: Para la toma de estas muestras primero se procedió a medir 0.50 m de profundidad que son de relleno, se tomó ahí la primera muestra para comprobar si existió movimiento de los contaminantes; las otras muestras fueron tomadas a 1 m, 1.5 m y 2 m.

Croquis:



Ficha de muestreo de suelo

Datos generales:

Nombre del sitio en estudio:	Patio de vivienda	Provincia:	El Oro
Uso principal:	Asentamiento humano	Dirección del predio:	Calle Simón Bolívar

Datos del punto de muestreo:

Nombre del punto de muestreo:	Punto C vivienda	Descripción de la superficie:	Sin vegetación.
Coordenadas: X: 8°42'54.77" Y: 79°36'55.57" (UTM, WGS84)		Instrumentos usados:	barrela, muestreador de suelo, malla, papel aluminio, fundas ziploc
Técnica de muestreo:	Sondeo manual	Relleno del agujero después del muestreo: (sí/no, descripción):	Sí, luego de recoger las muestras.
Profundidad final: (en metros bajo la superficie)	2m.		

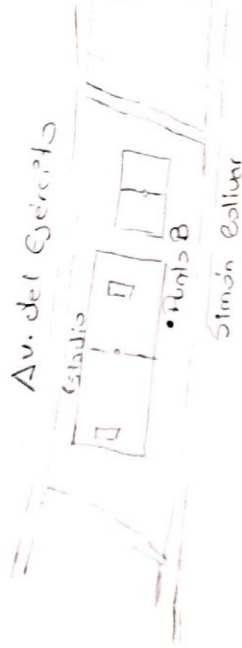
Datos de las muestras:

Clave de la muestra:	Punto 3	Punto 3.1	Punto 3.2	Punto 3.3
Fecha:	07/01/2021	07/01/2021	07/01/2021	07/01/2021
Hora:	14:10	14:25	14:55	15:20
Profundidad desde: (en metros bajo la superficie)	0m	0.50m	1m	1.5m
Profundidad hasta: (en metros bajo la superficie)	0.50m	1m	1.5m	2m
Color:	café oscuro	café oscuro	café amarillento	café claro
Olor:				

Textura:	Planco arenoso	Planco arenoso	Planco arenoso
Cantidad de la muestra: (Volumen o peso)	500gr	500gr	500gr
Tipo de muestra: (simple/compuesta)	simple	simple	simple

Comentarios: la muestra fue tomada del exterior del estadio

Croquis:



Ficha de muestreo de suelo

Datos generales:

Nombre del sitio en estudio:	Escuela Federico Froebel	Provincia:	El Oro
Uso principal:		Dirección del predio:	Av. del Ejército y Ciudad de Machala.

Datos del punto de muestreo:

Nombre del punto de muestreo:	Punto D" Escuela Federico Froebel	Descripción de la superficie:	Sin vegetación
Coordenadas: X: 84° 52' 23" Y: 74° 36' 53.63"	(UTM, WGS84)	Instrumentos usados:	barrete, muestreador de suelos, metro, papel aluminio, Punders ziploc.
Técnica de muestreo:	Sondeo manual	Relleno del agujero después del muestreo:	Si se rellena el agujero (sí/no, descripción): luego de sacar las muestras.
Profundidad final:	2 m		

Datos de las muestras:

Clave de la muestra:	Punto 4	Punto 4.1	Punto 4.2	Punto 4.3
Fecha:	07/01/2021	07/01/2021	07/01/2021	07/01/2021
Hora:	15:30	15:45	16:10	16:35
Profundidad desde:	0 m	0.50 m	1 m	1.5 m
(en metros bajo la superficie)				
Profundidad hasta:	0.50 m	1 m	1.5 m	2 m
(en metros bajo la superficie)				
Color:	café oscuro	café oscuro	café amarillento	café amarillento
Olor:				

Textura:	Francia arenoso	Francia Arenoso	Limoso
Cantidad de la muestra: (Volumen o peso)	500 gr	500 gr	500 gr
Tipo de muestra: (simple/compuesta)	simple	simple	simple

Comentarios: La muestra fue tomada del patio de la vivienda de la señora Marcela Orellana.

Croquis:



Anexo 2. Fotografías de toma de muestras.

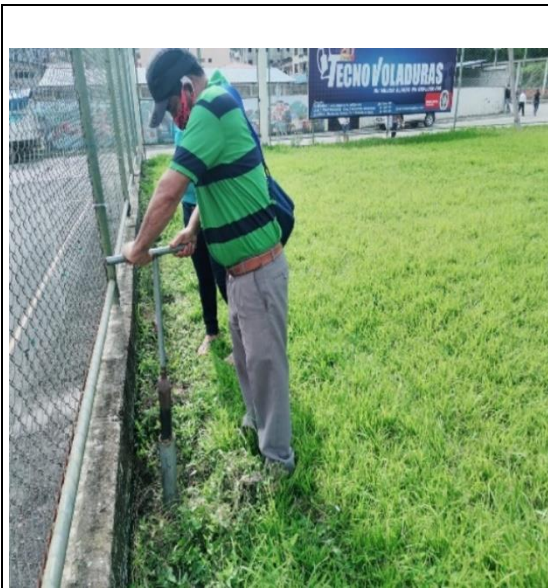


Foto 1. Toma de muestra 1 estadio



Foto 2. Toma de muestra 2 estadio



Foto 3. Toma de muestra vivienda



Foto 4. Toma de muestra vivienda



Foto 5. Toma de muestra vivienda



Foto 6. Toma de muestra vivienda



Foto 7. Toma de muestra escuela Federico Froebel



Foto 8. Toma de muestra escuela Federico Froebel

Anexo 3. Resultados de análisis de laboratorio.



ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.

Matriz: La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec



Muestra AAALab No: 22202
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS N° 22202

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESTADIO MUNICIPAL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 001 PUNTO A ESTADIO MUNICIPAL PROF. 0.5M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	536,7	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES	INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado. Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 25 de enero de 2021

Digitally signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.25 23:19:09 +01:00 Reason: Anavanlab Location: -

MC0703-07

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

INFORME DE RESULTADOS N° 22203

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESTADIO MUNICIPAL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 001.1 PUNTO A ESTADIO MUNICIPAL PROF. 1M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	530,7	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-5001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-5001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES	INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado. Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 25 de enero de 2021

Digitally signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.25 23:26:30 +01:00 Reason: Anavanlab Location: -



INFORME DE RESULTADOS N° 22204


1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA			
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 0012 PUNTO A ESTADIO MUNICIPAL PROF. 1.5M	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	446,7	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
[*]: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

4. OBSERVACIONES	
Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p> Digitaly signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.25 23:22:07 +01:00 Reason: Anavanelab Location: - </p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p> INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 25 de enero de 2021 </p>  </div> </div>

INFORME DE RESULTADOS N° 22205

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESTADIO MUNICIPAL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 0013 PUNTO A ESTADIO MUNICIPAL PROF. 2M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	731,3	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	* Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	** Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Metriz Quito		
[*] Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3. Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES

Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.
 Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.

Digitally signed by ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ
 Date: 2021.01.25 23:26:59 +01:00
 Reason: Anavánlab
 Location: -

INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
 Lcda. Alejandra Hidalgo
 Gerente Técnica
 ANAVANLAB CIA. LTDA.
 Quito, 25 de enero de 2021



INFORME DE RESULTADOS N° 22206

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESTADIO MUNICIPAL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 002 PUNTO B ESTADIO MUNICIPAL PROF. 0.5M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO


3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	1111,1	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
[*] Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Caca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

<p>4. OBSERVACIONES</p>	<p>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 25 de enero de 2021</p> 
--------------------------------	--

INFORME DE RESULTADOS N° 22207

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN


2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESTADIO MUNICIPAL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 002.1 PUNTO B ESTADIO MUNICIPAL PROF. 1M	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	258,3	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	* Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	** Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, B Coxa		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES		INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:	
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.	Digitally signed by ALEXANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.26 23:25:30 +01:00 Reason: Aprobado Location: -	Lda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 25 de enero de 2021	
Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.			

INFORME DE RESULTADOS N° 22208

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESTADIO MUNICIPAL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 002.2 PUNTO A ESTADIO MUNICIPAL PROF. 1.5M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARÁMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	429,1	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
[*]: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coto		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES	Digitaly signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.25 23:30:53 +01:00 Reason: Anavanelab Location: -	INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 25 de enero de 2021
-------------------------	--	---

INFORME DE RESULTADOS N° 22209

1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN


2. INFORMACION DE LA MUESTRA			
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 002.3 PUNTO B ESTADIO MUNICIPAL PROF. 2M	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	712,8	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES		INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:	
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.	Digitally signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.25 23:32:20 +01:00 Reason: Anavvanlab Location: -	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA.	
Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.			
		Quito, 25 de enero de 2021	

INFORME DE RESULTADOS N° 22210

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	VIVIENDA
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 003 PUNTO C VIVIENDA PROF. 0.5M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	591,1	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES

Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.
 Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.

Digitally signed
 by ANA
 ALEJANDRA
 HIDALGO
 ALVAREZ
 Date: 2021.01.25
 23:36:46 +01:00
 Reason:
 Aprobado
 Location: -

INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
 Lcda. Alejandra Hidalgo
 Gerente Técnica
 ANAVANLAB CIA. LTDA.
 Quito, 25 de enero de 2021



INFORME DE RESULTADOS N° 22211

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	VIVIENDA
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 003.1 PUNTO C VIVIENDA PROF. 1M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	546,5	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	* Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	** Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES

Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.
 Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.

Digitally signed
 by ANA
 ALEJANDRA
 HIDALGO
 ALVAREZ
 Date: 2021.01.25
 23:38:07 +01:00
 Reason:
 Aprobado
 Location: -

**INFORME APROBADO
 Y AUTORIZADO POR:**
 Lcda. Alejandra Hidalgo
 Gerente Técnica
 ANAVANLAB CIA. LTDA.
 Quito, 25 de enero de 2021



INFORME DE RESULTADOS N° 22212

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	VIVIENDA
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 003.2 PUNTO C VIVIENDA PROF. 1.5M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	533,3	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES

Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.
 Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.

Digitally signed
 by ANA
 ALEJANDRA
 HIDALGO
 ALVAREZ
 Date: 2021.01.25
 23:58:04 +01:00
 Reason:
 Aprobado
 Location: -

INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
 Lcda. Alejandra Hidalgo
 Gerente Técnica
 ANAVANLAB CIA. LTDA.
 Quito, 25 de enero de 2021



INFORME DE RESULTADOS N° 22213

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	VIVIENDA
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 003.3 PUNTO CVVIVIENDA PROF. 2M		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	555,5	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES

Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.
 Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.

Digitally signed
 by ANA
 ALEJANDRA
 HIDALGO
 ALVAREZ
 Date: 2021.01.25
 23:56:56 +01:00
 Reason:
 Anavavlab
 Location: -

INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:
 Lcda. Alejandra Hidalgo
 Gerente Técnica
 ANAVANLAB CIA. LTDA.
 Quito, 25 de enero de 2021



INFORME DE RESULTADOS N° 22214


1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA			
INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESCUELA FEDERICO FROEBEL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 004 PUNTO D ESCUELA FEDERICO FROEBEL PROF. 0.5M	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	89,2	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

4. OBSERVACIONES		INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:	
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.	Digitally signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.25 23:58:33 +01:00 Reason: Anavvanlab Location: -	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA.	
Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.			
		Quito, 25 de enero de 2021	

INFORME DE RESULTADOS N° 22215


1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA			
INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESCUELA FEDERICO FROEBEL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 004.1 PUNTO D ESCUELA FEDERICO FROEBEL PROF. 1M	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	96,5	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

4. OBSERVACIONES		INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:	
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.	Digitally signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.26 00:01:08 +01:00 Reason: Anavavlab Location: -	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA.	
Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.			
		Quito, 25 de enero de 2021	

INFORME DE RESULTADOS N° 22216


1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA			
INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESCUELA FEDERICO FROEBEL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 004.2 PUNTO D ESCUELA FEDERICO FROEBEL PROF. 1.5M	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	455,7	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

4. OBSERVACIONES		INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:	
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.	Digitally signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.26 00:04:48 +01:00 Reason: Anavvanlab Location: -	Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA.	
Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.			

INFORME DE RESULTADOS N° 22217


1.- DATOS GENERALES			
CLIENTE:	ERIKA CARRIÓN	TELÉFONO:	0998156225
DIRECCIÓN:	ZARUMA	ATENCIÓN A:	ERIKA CARRIÓN

2. INFORMACION DE LA MUESTRA			
INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	ESCUELA FEDERICO FROEBEL
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	08/01/2021
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21 - 004.3 PUNTO D ESCUELA FEDERICO FROEBEL PROF. 2M	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:	12/01/2021	PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:	12/01/2021 al 25/01/2021

Norma de Comparación: TULSMA, AM097, ANEXO 2, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

3. RESULTADOS:							
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES DE NORMA	* CUMPLIMIENTO	** INCERTIDUMBRE + % U
1	Mercurio	AAA-PE-S012/ EPA 7061 A / 7471 B, 3051.	mg/kg	< 0,10	0,1	CUMPLE	30
1	Plomo	AAA-PE-S011/ EPA 3051/7061 A	mg/kg	101,5	19,0	NO CUMPLE	NA

NOTAS:		
AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca		
El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001		

4. OBSERVACIONES		INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:	
Resultado de Mercurio reportado en límite de detección validado.	Digitally signed by ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ Date: 2021.01.26 00:06:06 +01:00 Reason: Anavvanlab Location: -	 Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA.	Quito, 25 de enero de 2021
Resultado de Plomo reportado sobre el rango acreditado.			

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Erika Maribel Carrión Jaramillo** portador de la cédula de ciudadanía N.º 0707004859. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Estudio de la difusión de la contaminación por Plomo y Mercurio, en suelo utilizado como piscina de relaveras del sector del estadio municipal y escuela Federico Froebel del cantón Portovelo.”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de febrero de 2022



F:
Erika Maribel Carrión Jaramillo
0707004859

